Untersuchungen

über die

Einwirkung verdünnter Kupferlösungen

auf den

Keimproceß des Weizens.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde an der Universität zu Rostock

von

F. Emil Dreisch.

Dresden,
Druck von Joh. Päßler.
1873.

Kann man mit Recht die gesammten Naturwissenschaften als Erfahrungswissenschaften bezeichnen, so verdient insbesondere in der Landwirthschaftswissenschaft die Stimme des erfahrenen, vorurtheilsfrei beobachtenden Practikers Gehör. Leider ist es nirgends schwerer wie hier, wahre und falsche Beobachtung zu unterscheiden. Sind schon die einfachsten statistischen Erhebungen bei dem meist gänzlichen Mangel einer guten Buchführung höchst unzuverlässig, so sind dieß in noch höherem Grade alle Angaben, bei denen Erklärungsversuche die Beobachtung beeinflussen; gefährlich ist es, auf Grund solcher Mittheilungen, ohne persönliche Kenntniß der Verhältnisse, irgend ein Urtheil zu fällen.

Doch in allen Zweigen der Wissenschaften wiederholt sich immer und immer wieder die Erscheinung, daß auf Grund ungenauer, obgleich oft mit größter Sorgfalt angestellter Beobachtungen falsche Theorien sich ausbilden und man wird, einsehend die Schwierigkeiten, mit denen die Beobachtung in der Landwirthschaft zu kämpfen hat, und bei deren gänzlicher Abhängigkeit vom jeweiligen Stand der Naturwissenschaften, dieser Wissenschaft keinen Vorwurf daraus machen können, daß so häufig die unwissenschaftlichen Erklärungen des Empirikers vom rathlosen Theoretiker adoptirt werden.

Nicht selten geschah es, daß selbst von Vertretern der Naturwissenschaften unrichtige Auffassungen durch Fehlschlüsse bestärkt wurden. Um eines aus Vielen hervorzuheben, erinnere ich nur an die vielen unglücklichen Erklärungsversuche der Krankheiten unserer Culturgewächse, z. B. des Brandes, von Seiten der Praktiker, als da waren feuchte Luft, schattiger, maukiger Standort, giftige Nebel, frische Düngung, mangelhafte Bodenmischung, fehlerhafte Ernährung, starker Schweiß in der Scheune u. dgl., denen Schleiden noch seine Theorie von der allgemeinen inneren Krankheitsanlage unserer Culturgewächse hinzufügte. Auch Liebig, Zoeller, Grouven vertheidigten die Ansicht, daß Mangel oder Ueberfluß an einem oder dem anderen Nährstoffe Krankheitserscheinungen an den Pflanzen hervorrufen könnten. Was zwar nicht ganz in Abrede gestellt werden kann, denn bekannt sind die Erscheinungen

der Chlorose bei Eisenmangel und die Mißbildungen der Wurzeln bei der Wassercultur in Folge Phosphorsäuremangels, sowie die eigenthümliche Beschaffenheit der Blätter, wenn Chlor fehlt. Nicht minder sicher ist aber, daß auch die gesündesten Pflanzen, bei denen die Analyse keinen Nährstoffmangel nachzuweisen vermag, von Parasiten befallen werden.

Wie wenig aber auch heute noch die Forschungen eines Tulasne, de Bary, Kühn u. A. Gemeingut geworden sind, beweist die landw. Tagesliteratur und die Art der Experimente, um sich gegen die Nachtheile der Krankheiten unserer Culturpflanzen zu schützen. So ohnmächtig wir auch den meisten gegenüber sind, so hat uns doch die Wissenschaft gegen viele Palliativmittel, gegen einzelne aber auch sichere Hülfsmittel an die Hand gegeben. Ein solches mit absoluter Sicherheit gegen den Brand des Getreides schützendes Mittel ist das Beizen desselben mit verdünnter Lösung von Kupfervitriol oder Schwefelsäure. Alle andern Beizmittel, wie Jauche, Asche, Kochsalz (in so concentrirter Lösung angewendet, daß ein Ei darauf schwimmt), Glaubersalz, Arsenik (früher besonders in England benutzt), Alaun, Kalk, welch letzterer schon sehr frühzeitig zu diesem Zwecke angewendet wurde, wirken mindestens nicht so sicher, ebensowenig aber auch die Kupferlösung, wenn sie nicht in der rechten Weise angewendet wird, so daß hierdurch Garantie geboten ist, daß jede Brandspore mindestens 12 Stunden lang deren Einwirkung ausgesetzt war, außerdem ist der gewünschte Erfolg der ganzen Manipulation mindestens fraglich. Diese Garantie wird aber nur allein durch die von Kühn empfohlene und praktisch als gut erprobte Methode des Einbeizens, bei der der Weizen in eine ½ procentige Kupferlösung 13—14 Stunden eingequellt wird, gewährt. Jede andere Methode, wie etwa das Besprengen des Weizens mit der Kupferlösung, giebt diese Sicherheit nicht. Obgleich nun für den Praktiker, der, weniger mißtrauisch gegen von competenter Seite ihm empfohlene und wissenschaftlich begründete Experimente, den Versuch schon gemacht hat, kein Zweifel, ebensowenig an der gewünschten Wirksamkeit wie an der Unschädlichkeit einer ½ procentigen Kupferlösung und einer 13—14 stündigen Quelldauer besteht, so war in Bezug auf Letzteres die Frage doch in so fern eine offene, als praktische Beobachtungen niemals als wissenschaftliche Beweise genommen werden können. Eine eingehende Behandlung der Frage dürfte besonders deßhalb auch keine ganz undankbare Aufgabe sein, weil hier in der That den Landwirthen gegenüber noch viele Bedenken zu besiegen sind und es gilt, einer Maßregel von eminent praktischer Bedeutung, durch deren Empfehlung allein schon sich Kühn die größten Verdienste um die gesammte Landwirthschaft erworben hat, die Wege zu ebenen. Allerdings hat Prof. Dr. Kühn die Anwendung des Kupfervitriol nicht zuerst empfohlen, vielmehr war es Prevost,

ein helvetischer Naturforscher, der 1807 in ihm zuerst ein Mittel gegen den Brand entdeckte, doch hat er zu dessen ausgedehnter Anwendung gewiß das meiste beigetragen. Jetbro Tull führt an (Sinclair, Grundgesetze des Ackerbaues 1819), daß die Methode des Beizens des Saatweizens in Salzwasser zur Vermeidung des Brandes beiläufig um das Jahr 1660 zuerst in Aufnahme kam. Es versank nämlich eine Schiffsladung mit Weizen bei Bristol in die See. Der bei niederem Wasserstand gerettete Weizen, weil zur Brodbereitung unbrauchbar, wurde gesäet und gab eine gute brandfreie Ernte, während die übrige Weizensaat allgemein am Brande litt.

Nach den Beiträgen zur Statistik des Königreich Bayern (Heft XV, 64) ward 1863 daselbst eine Fläche von 291,029 Hektaren mit Weizen und 131,753 Hektaren mit Dinkel bestellt, in Summa 422,782 Hektaren (Viebahn gibt nur 359,907 als mit Weizen, Spelz und Mais bestellt an).

Es wurden geerntet an Weizen 4,255,939 Hektoliter, im Durchschnitt 14,6 Hektoliter pro Hektar oder 1145 Kilo; an Dinkel: 4,642,426 Hektoliter, im Durchschnitt 32,3 Hektoliter.

Im Zollverein betrug 1863 nach Viebahn das mit Weizen, Spelz und Mais bebaute Areal 1,970,621 Hektaren, da aber der Weizenbau mit der besseren Cultur stets zunimmt und Viebahn's Zahlen überdieß vielfach zu niedrig sind, so wird man nicht sehr fehlen, wenn man 1,800,000 Hektaren als mit Weizen und Spelz bebaut annimmt, was unter zu Grundelegung obigen Durchschnittsertrages für Weizen und Dinkel (entspelzt) mit 14,6 Hektoliter einer Jahresproduktion von 262,800,000 Hektoliter entspricht.

Bedenkt man nun, daß Tilletia caries Tul. alle Weizenarten in gleichem Grade, ebenso den Spelz, wenn auch in etwas geringerem Grade befällt, ferner daß der Steinbrand, wenn das Saatgut inficirt war und nicht gebeizt wurde, leicht $^5/_6$ der Ernte zerstören kann, welcher Verlust bei ungenügender Beizung leicht noch mehrere Procente betragen kann, endlich daß der geerntete brandige Weizen einen geringeren Werth besitzt, selbst wenn er vor dem Mahlen gewaschen wird, so mögen wohl obige Zahlen die große Bedeutung dieser Frage vor Augen führen.

Ich unterlasse es einer Berechnung des möglichen Verlustes durch den Steinbrand für ein ganzes Land vollständig willkührliche Annahmen zu Grunde zu legen, um so weniger als einzelne Territorien mehr, andere minder davon zu leiden haben, wieder andere durch allgemeine Anwendung des Einbeizens sich ganz davon befreiten.

So habe ich es denn unternommen, zur Lösung dieser Frage einen Beitrag zu liefern und bin ich deßhalb Herrn Prof. Dr. Fr. Nobbe, auf dessen Anregung hin ich die Bearbeitung übernahm und durch dessen Güte mir alle Hülfsmittel der physiologischen

Versuchsstation Tharand freundlichst zur Verfügung gestellt wurden, zu größtem Danke verpflichtet.

Ehe wir aber das Resultat einer Erscheinung bekämpfen können, müssen wir erst Beginn und Verlauf derselben genauer kennen. Es mag deßhalb verstattet sein, auf die Naturgeschichte des Parasiten, welcher den Stein- oder Körnerbrand erzeugt, einen kurzen Rückblick zu werfen.

Persoon zuerst charakterisirte in seiner Synopsis methodica fungorum (Göttg. 1801) die Brandarten als Pilzspecies. Prevost (1807) bezeichnete diese Pilze nicht blos als solche, sondern wies auch deren Keimfähigkeit nach, trotzdem nannte sie Unger noch (1833) Pflanzenexantheme. Meyer (1841) hielt dafür, daß es zwar Pilze seien, nicht aber Ursache, sondern Folge der Krankheit. Eine genaue Kenntniß dieser Gebilde verdanken wir aber erst den Untersuchungen von de Bary (Berlin 1853), Tulasne (1854) und Kühn, der gleichzeitig mit Tulasne die Keimfähigkeit des Roggenstengelbrandes (Urocystis occulta Rabh.), Maisbrandes (Ustilago Maidis), Hirsebrandes (Ustilage destruens) und Haferbrandes nachwies. Ferner untersuchten insbesondere den Flugbrand Fischer v. Waldheim u. Hofmann, welch letzterer nachwies, daß die Sporen von Ustilago Carbo ihre Keimschläuche in Wurzelscheide und den ersten Knoten zu senden vermögen. Hallier's Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte des Steinbrandes (Versuchsstation, Bd. IX) können hier wohl übergangen werden, dagegen möchte ich aufmerksam machen auf eine demnächst erscheinende, diesen Gegenstand behandelnde Inaugural-Dissertation von Dr. R. Wolff.

Folgende Skizze entnehme ich hauptsächlich Kühn's Pflanzenkrankheiten:

Die Ustilagineen (Brandpilze) bilden die zweite große Abtheilung der Hypodermier. Ihre Verwandtschaft mit den Uredineen ist nur eine geringe und die einzige charakteristische Eigenthümlichkeit, welche sie mit ihnen gemein haben, liegt darin, daß sie ebenfalls ihr Fruchtlager unter der Epidermis bilden und dieselbe erst zur Zeit der Reife durchbrechen. In ihrem Entwickelungsgange sind sie nicht, wie die meisten dieser, einem Generationswechsel unterworfen und ist derselbe nur bei wenigen Arten genau bekannt. Vergleicht man die Entwickelung der bis jetzt bekannten Arten, so kann man drei verschiedene Hauptabtheilungen der Ustilagineen unterscheiden. Die erste wird repräsentirt durch Tilletia caries, den sogenannten Steinbrand, Stinkbrand, Schmierbrand des Getreides. Dieser sogenannte Körnerbrand kommt besonders beim Weizen vor, nicht selten auch beim Roggen, er befällt alle Weizenarten, doch bleibt der Dinkel etwas mehr verschont, beim Einkorn hat man ihn noch nicht gefunden. Leicht kenntlich ist diese Krankheit zur Zeit und nach der Blüthe, schwerer früher, obgleich

die befallenen Pflanzen sich schon frühzeitig durch scheinbar kräftigere Entwickelung und dunkelgrüne Färbung der Blätter sowohl, wie der hervorsprossenden Aehre, an der die kleinen Aehrchen weiter gestellt sind, sich auszeichnen. Zur Zeit der Blüthe erscheint ihr Fruchtknoten größer und die Aehren behalten ihre dunkelgrüne Farbe länger. Zur Zeit der Reife sind sie schmaler, kürzer und dürftiger, die Spelzen stehen etwas weiter auseinander und sind von der Spindel abgewendet, das dicke, bauchige Brandkorn umschließend. Häufig bestocken sich die befallenen Pflanzen gar nicht, doch nicht selten werden auch 4—5 Stocktriebe erzeugt, die durchaus nicht immer befallen sind, während die Körner einer Aehre in der Regel alle krank sind. An Stelle der Eichen findet man zur Zeit des Sprossens das weiße, stark verfilzte und verästelte Mycelium des Pilzes. In dem Maße, als die Mycelienäste Sporen abschnüren, geht die Farbe des Brandkornes ins Blaue und endlich in das Braunschwarze über. Die Sporenmasse ist beim Zerdrücken weich und schmierig und wird dieselbe durch Verdunstung der Feuchtigkeit trocken, so trocknet auch die Schale des Brandkornes fest zusammen und erscheint verhältnißmäßig sehr hart, so daß sie nicht selten dem Dreschflegel und der Dreschmaschine zu widerstehen vermag. Der Geruch der Sporen ist ein eigenthümlich unangenehmer.

Die Sporen, deren Exosparium bei Tilletia caries Tul. areolirt, bei Tilletia laevis Kühn, dem anderen Steinbrandpilz, der dem vorigen engverwandt, glatt ist, keimen schon nach 48—60 Stunden, ihre Keimschläuche verästeln sich oder bilden auch, mit der Luft in Berührung, eigenthümliche Kranzkörperchen. Letztere haben die Fähigkeit, direkt fortbildungsfähige Keimschläuche zu entwickeln oder unmittelbar oder durch seitliche Stielbildung vermittelt, dicht mit Protoplasma erfüllte, von Tulasne als sekundäre Sporen bezeichnete, den von den Teleutosporen der Uredineen sich entwickelnden Promycelien gebildeten Sporidien in Beziehung auf Funktion anologe Körperchen zu erzeugen. Die feinen Keimschläuche, welche von den durch das Promycelium erzeugten Kranzkörperchen (Sporidien) oder den durch sie abgeschnürten sekundären Sporidien getrieben werden, dringen nach Kühn's und Hofmann's Untersuchungen in die Achse der keimenden Pflänzchen ein, entwickeln sich im Innern derselben zu einem Mycelium und dieses wächst mit der Pflanze empor, um zuletzt in den Fruchtknoten einzutreten und hier von neuem Sporen zu bilden. Gelangen nun diese direkt oder mit beim Dreschen durch zerschlagene Brandkörner inficirtem Saatgut in feuchten Boden, wo sich die einzelne Spore wieder durch Bildung von Sporidien und sekundären Sporen vervielfältigen kann, so sind die Bedingungen einer starken Verbreitung des Brandes gegeben.

Aehnlich wie der Steinbrand verhalten sich nun auch die

übrigen Brandarten, doch kann man mit sicherem Erfolg vorzüglich nur jenem entgegentreten, weil hier das Brandkorn geschlossen bleibt und die Sporen nicht, wie bei Ustilago Carbo, durch den Wind verweht werden und deßhalb, weil Tilletia caries vorzugsweise nur auf Weizen sich findet, während der Flugbrand auch auf vielen Gräsern, z. B. Hordeum-, Avena-, Arrhenatherum-Arten vorkommt. Doch auch dem Maisbrand (Ustilago Maidis Schacht.) läßt sich mit Erfolg entgegentreten, weniger dem Hirsebrand (Ustilago destruens), der ebenfalls bei wild wachsenden Gräsern auftritt, doch gewährt auch gegen diesen und den Flugbrand das Beizen wenigstens ein Beschränkungsmittel.

Es hat nämlich Prof. Dr. Kühn durch Versuche nachgewiesen, daß die Sporen von Tilletia caries Tulasne, 1 Stunde lang in Kalklösung eingeweicht, noch vollständig keimten, auch noch nach 5stündiger Einwirkung keimten viele, nicht mehr nach 12stündiger. Bei der Anwendung einer $^1/_2$ procentigen Kupferlösung dagegen wirkte ein 20 Minuten langes Einquellen genau ebenso abschwächend auf die Keimfähigkeit, wie die 5stündige Beize in Kalklösung, beide Proben keimten gleichzeitig. (S. Kühn, Pflanzenkrankheiten.) Bei 5stündiger Einwirkung der Kupferlösung war nur noch ein vereinzeltes Keimen zu beobachten, bei 12stündiger Einwirkung war keine Spore mehr keimfähig.

Der Flugbrand von Hafer (Ustilago Carbo Tul.) wurde durch dieselbe Lösung schon nach einer Stunde getödtet, schon nach $^1/_2$ Stunde die Sporen des glatten Weizensteinbrandes (Tilletia laevis Kühn).

So rasch wirkten aber weder Alaun, noch Schwefelsäure, noch Eisenvitriol, sie ließen selbst nach 10stündiger Beize noch mehr oder minder zahlreiche Sporen keimfähig. (Fühling, 9. Heft 1872.)

Hätten wir es also stets nur mit einzelnen frei anhängenden Sporen zu thun, dann würde schon eine $^1/_2$- oder einstündige Einwirkung genügen, da aber zwischen den Haaren an dem oberen Theile des Weizenkornes viele Sporen haften und dahin die Quellflüssigkeit schwerer dringt, so erscheint schon deßhalb eine kurze Quelldauer minder zweckmäßig.

Ganz besonders aber hat man jene Brandkörner ins Auge zu fassen, die zwar noch geschlossen erscheinen, aber doch nicht obenauf schwimmen, so daß sie abgeschöpft werden können, sondern untersinken. Der Inhalt solcher unverletzter Brandkörner wird erst nach 16stündiger Quelldauer nahezu vollständig getödtet. Es darf deßhalb niemals bei Verwendung stark brandigen Weizens die 16stündige Quelldauer verkürzt werden, während bei scheinbar brandfreiem Saatgut 12 Stunden genügen.

Da ferner weder die sorgfältigste Bodenvorbereitung, weder Drainiren noch Drillen, so sehr beide auch einem Umsichgreifen des Brandes, einerseits durch Verminderung der Bodenfeuchtigkeit,

anderseits durch möglichst gleichmäßige, kräftigere Entwickelung der Pflanzen, entgegenwirken, auch nicht die sorgfältigste Auswahl des besten weil möglicherweise inficirten Saatgutes, nicht dessen sorgfältigste Reinigung durch die Fege und Abwaschen und ebensowenig die Benützung jährigen Samens gegen dessen Auftreten schützen kann, so bleibt uns absolut kein anderer Ausweg als zur Samenbeize zu schreiten, wobei natürlich vorausgesetzt werden muß, daß man auch vermeide, Brandsporen mit dem Strohdünger auf das Feld zu bringen. Wo brandiges Stroh gestreut wird, unterlasse man damit zu Getreide zu düngen. Wie sicher man sein Feld durch brandiges Stroh inficiren kann, beweisen bei Waldau ausgeführte Versuche (Landw. Centralblatt 1865). Auf einem mit gebeiztem Weizen bestellten Felde wurde ein Theil vorher mit brandigem Stroh belegt und dieses untergepflügt. Auf dem ganzen Felde waren außer an dieser Stelle keine Brandähren zu finden. Hier zeigte sich zur Zeit der Reife die 5te bis 6te Aehre brandig. Auf diese Weise kann man also trotz des Einbeizens stark brandigen Weizen ernten.

Ueberdieß ist keine Beize so leicht gut auszuführen, wie die mit verdünnter Kupferlösung. Kühn empfiehlt auf 5 Berliner Scheffel (275 Liter) Saatweizen 1 Pfd. Kupfervitriol oder $1^1/_2$ Pfd. englische Schwefelsäure, die genau dieselbe Wirkung habe, gelöst in 103 Liter Wasser. Der Kupfervitriol soll fein zerstoßen in einigen Quart heißen Wassers gelöst und darauf zu der übrigen erforderlichen Wassermenge in einen Bottich gebracht werden. Letzterer sei nicht zu groß. Hierauf wird der Weizen eingeschüttet und dann wiederholt eingerührt und was obenauf schwimmt stets abgeschöpft. Das Wasser muß eine Hand hoch über dem Weizen stehen, weil derselbe beim Quellen sein Volumen vermehrt und so der obere Theil leicht trocken zu liegen käme. Nach 12—16 Stunden wird er dann ausgeworfen, flach ausgebreitet und unter fleißigem Wenden getrocknet.

Auf diese Weise werden nun allerdings die Brandsporen sicher getödtet, dagegen tritt nun die andere Frage an uns heran, ob durch diese Behandlung die Keimfähigkeit des Kornes und die Entwickelung der jungen Pflanze nicht leidet?

Prof. Dr. Kühn spricht sich dahin aus, daß durch Handdrusch gewonnenes Saatgut keinerlei Beschädigung durch obige Art der Beize erfahre, gut und sicher auflaufe, Maschinengetreide dagegen werde durch eindringendes Beizwasser benachtheiligt. Die von ihm angestellten Versuche beweisen, daß die Kupferlösung weder die Keimfähigkeit des Samens noch die Ausbildung der jungen Weizenpflauze erheblich schädigt. Es keimten nach 8- und 12stündiger Quelldauer in einer $^1/_2$ procentigen Kupferlösung, sowie nach 12-stündigem Einquellen in Wasser 100 %, bei 16stündigem Einquellen in $^1/_2$ procentiger Kupferlösung 99 % der Weizenkörner,

die in Erde eingekeimt waren. Die in Wasser eingequellten liefen zum Theil um einige Stunden früher auf, alle aber waren am 4ten Tage gleichmäßig aufgegangen.

Die 12stündige Wasserquellung ergab eine mittlere Wurzelzahl von 4,3 pro Pflanze und ebenso als größte Wurzellänge 111,3 Mm.

Die 12stündige Quellung in $^1/_2$ procentiger Kupferlösung ergab als mittlere Wurzelzahl p. Pfl. 3,9 und als größte Länge der Wurzeln 138,3 Mm. Ebenso wenig wie in der Entwickelung der Wurzeln konnte in der Entwickelung des Halmes ein Unterschied nennenswerther Art wahrgenommen werden.

Für die stärkere Verletzung der Körner beim Maschinendrusch sprechen die Untersuchungen Prof. Dr. Nobbes (Versuchsstationen Bd. XV). Dort heißt es: „Unter den von Spreu und fremden Bestandtheilen befreiten Körnern fanden sich merklich beschädigt bei Handdruschweizen 3,16, bei Maschinenweizen 3,34 Gewichtsprocente. Hiermit in Uebereinstimmung steht das Ergebniß seiner Untersuchung der Keimfähigkeit. Von je 100 ohne Wahl abgezählten Körnern sind nach 3 Tagen (einschließlich der 24stündigen Quelldauer in feuchtem Fließpapier) — im Mittel zahlreicher Versuche — an Keimlingen gewonnen worden: von Handdruschweizen 98%, von Maschinenweizen 97 %.

Endlich noch wird die praktische Erfahrung, daß das Getreide stärker beim Maschinendrusch als durch den Handdrusch leide, für Weizen noch ferner bestätigt durch die Größendifferenz der bei gleichen Keimbedingungen producirten Wurzeln und Graskeime. Ebenda (Versuchsstationen Bd. XV) heißt es:

„Während die Handdruschkörner im Durchschnitt 3 Würzelchen besaßen von einer Gesammtlänge von 60—70 Mm. und ein Hälmchen von durchschnittlich 6—8 Mm., hatten die von der Maschine gelieferten Körner zu derselben Zeit bereits 4—5 Würzelchen, deren Längensumme 130—140 Mm. betrug, also das doppelte der Länge der Flegeldruschkörner und auch das Hälmchen war hier im Durchschnitt bereits etwa 15 Mm. lang. Die Maschinendruschkörner von Roggen und Weizen keimen etwas rascher als die durch Handdrusch gewonnenen und dieß kann füglich keiner andern Ursache zugeschrieben werden als jenen vielleicht mikroscopischen Rissen, welche die gewaltsamere Arbeit der Dampfmaschine in höherem Grade als der Dreschflegel an dem Korne hervorbringt."

Nach einem Ungenannten in der neuen landw. Zeitung (1865) keimten von Maschinen-Weizen im Mittel vieler Versuche 97 % und von Handdruschweizen ebenfalls 97 %. Das Dreschprodukt wird sich in dieser Beziehung sehr verschieden verhalten, da die Maschinen nach ihrer Construction: Art der Schlagleisten, Dreschkorbes, der Elevatoren, Reinigungsvorrichtungen, Zahl der Umdrehungen pro Sekunde, und ganz besonders auch je nach der

Stellung und der Art des Einlegens sehr verschieden stark die Körner verletzen. Das Zerreißen der Testa selbst über dem Embryo, wenn die Beschädigung nicht tiefer gegangen ist, schadet der Keimung durchaus nicht.

Erst durch das leider nicht zu umgehende Beizen des Weizens mit Kupferlösung, die nun durch die geöffnete Fruchthaut viel heftiger einwirken kann, wird die Keimfähigkeit bedeutend beeinträchtigt und dieß ist die Ursache der häufigen Klagen von Seiten der Landwirthe über die mangelhafte Keimung des Maschinenweizen.

Nach Serauer (a. a. O.) keimten auf Fließpapier unter Glas nach 72stündiger Beizung mit einer $3^1/_8$ procentigen Eisenvitriollösung von Maschinenweizen (Durchschnitt v. 8 Proben) 69 %, von Handdruschweizen (1 Probe) 68 %, von mit der Hand ausgeriebenen Körnern 83,5 %.

Nach 72stündiger Beizung mit einer gleichconcentrirten Kupferlösung keimten nur von Maschinenweizen (Durchschnitt von 7 Proben) 32 %, von Handdruschweizen (1 Probe) 60 %, von mit der Hand ausgeriebenem Weizen 48 %.

Die mit Eisenvitriol gebeizten Körner keimten früher und entwickelten sich schneller als die mit Kupfer gebeizten, deren Pflanzen sich durch Kürze der Blattscheiden und flache Ausbreitung der Blattspreite der zurückgebogenen oft in der Mitte gespaltenen unteren Blätter auszeichneten. — Eine Erscheinung die ich bei Anwendung schlwächerer Concentrationen und kürzeren Quellzeiten nicht beobachten konnte. Doch fand ich stets die Blattscheide bei der Keimung auf Fließpapier kürzer, häufig ward sie von dem wachsenden Hälmchen, da sie sich oben nicht öffnete, abgerissen, sei es in der Mitte oder an der Basis und saß dann wie eine Haube auf der Spitze, oder sie ward seitlich gesprengt und der Grashalm wuchs hier heraus. Dieses Verhalten der Blattscheide insbesondere ist daran Schuld, daß beim gebeizten Weizen nicht selten verkrüppelte junge Pflänzchen beobachtet wurden. —

Bei den in obiger Lösung nur 1 Tag gebeizten Körnern war der Procentsatz der gekeimten größer und betrug beim Handdrusch 89 %. Bei einer andern Versuchsreihe wurden die Körner nur mehrmals täglich mit der Lösung befeuchtet und wider Erwarten war der Verlust größer als bei den gänzlich untergetauchten. Hier betrug der Verlust beim Handdruschweizen noch 12 %. Man sieht hieraus, wie diejenige Methode des Einbeizens, welche die Brandsporen am sich ersten tödtet — nach Kühn zeigten ähnlich behandelte Brandkörner noch nach 16 Stunden ungeschwächte Keimkraft (Neue landw. Z. 1872) — gleichzeitig auch diejenige ist, welche die Keimfähigkeit des Saatgutes weniger beeinträchtigt, als das an Stelle desselben vorgeschlagene Besprengen. Die nur 1,083 procentige Kupferlösung ergab nach eintägigem Einbeizen ebenfalls noch 12 % Verlust. Es war hier also die $3^1/_8$ procentige Lösung durchaus

nicht von stärkerer Wirkung als die von $^1/_3$ Concentration. Wahrscheinlich vermag schon eine geringe Menge des Kupfervitriols eine solche Wirkung auszuüben, daß eine größere Menge beim Quellproceß nicht mehr so rasch zur Wirkung gelangen kann. Nach dem Ungenannten (a. a. O.) keimten von Maschinenweizen ungebeizt 97 %, mit Kupfervitriol gebeizt 63 %, mit Kalk gebeizt 93 %, von Handdruschweizen ungebeizt 97 %, gebeizt 91 %. An Kupfervitriol wurden 115 Gr. pro Centner verwendet, was ungefähr der Kühn'schen Lösung (pro 420 Pfd. 500 Gr.) entspricht. Möglich, daß gerade die Prüfung dieser Methode beabsichtigt war, was nicht gesagt ist. Beide Versuchsergebnisse stimmen darin überein, daß Maschinenweizen sehr viel stärker durch die Kupferbeize angegriffen wird als Handdruschweizen.

Eine im Verhältniß zur Concentration stehende stärkere Benachtheiligung der Keimfähigkeit und Verwendung schwächerer Lösungen von 0,1—1,0 % Kupfervitriol wies Prof. Dr. Nobbe nach. Derselbe fand nach 24stündiger Quelldauer nach 24 Tagen in Fließpapier gekeimt:

Quellflüssigkeit.	Maschinenweizen.	
Reines Wasser	98	100
0,1 % Kupfervitriol	69	86
0,5 % "	69	51
1,0 % "	21	52

Schon die schwächste Lösung äußerte einen erheblich vermindernden Einfluß auf die Keimfähigkeit; aber noch beträchtlicher als diese litt die Entwickelung der Keimlinge, die erzeugten Wurzeln waren schwächlich, viele waren ganz wurzellos, während die Graskeime theilweise eine Länge von einem Decimeter hatten.

Der Versuch ward auch auf Hafer, Gerste, Roggen und Tymotheegras ausgedehnt, von beiden letzteren auch bei der Keimung auf Fließpapier Handdrusch und Maschinendrusch verglichen. Dieser Vergleich ergab keine stärkere Benachtheiligung des Maschinenroggen gegenüber dem Handdruschroggen, nicht anders verhält sich dieß beim Thymotheegras.

Für Weizen fehlt leider hier der Vergleich. Der Versuch ward genau in gleicher Weise auch in Erde ausgeführt. Es keimten nach Verlauf von 24 Tagen:

Quellflüssigkeit.	Handdrusch.	Maschinendrusch.	
Reines Wasser	98	91	94
0,1 % Kupfervitriol	89	83	88
0,5 " "	92	72	60
1,0 " "	93	57	42

Also auch in der Erde zeigte sich eine nicht unbeträchtliche Benachtheiligung der Keimfähigkeit, die bei der 0,5 procentigen Kupferlösung zwischen 28 und 40 % Keimverlust beträgt, bei der 1,0 procentigen zwischen 43 und 58 %! Ebenso fand Prof. Dr.

Nobbe die Wurzelentwicklung beträchtlich benachtheiligt, ja einige Pflanzen gänzlich wurzellos.

Während der Maschinendrusch gegenüber dem Handdrusch bei Roggen, eingekeimt in Fließpapier, nicht stärker im Nachtheil war, läßt sich dagegen für Maschinenweizen, in Erde eingekeimt, eine bedeutend stärkere Schädigung desselben durch die 0,5 und 1,0 procentige Kupferlösung nicht in Abrede stellen, ja es ist sogar eine glänzende Bestätigung dieser praktischen Erfahrung.

Es ist deßhalb, um einem Mißverständniß der Annahme des Herrn Prof. Dr. Nobbe zu begegnen, der den dem Maschinendrusch im Allgemeinen gemachten Vorwurf mit Recht nicht für alle Fälle gelten lassen will, zur größten Aufmerksamkeit in dieser Beziehung zu rathen und sollte kein Landwirth unterlassen, sich mittelst einer guten Loupe oder einer Keimprobe mit gebeiztem Weizen ausgeführt in Erde, zu überzeugen, ob seine Dreschmaschine auch möglichst unverletztes Dreschprodukt zur Saat liefert und wie stark dasselbe durch die Beize angegriffen wird. Leidet dasselbe stark, so scheue er nicht die größeren Kosten und Mühen des Handdrusches in jener drängenden Ernte- und Bestellzeit, um sich gegen beträchtliche Verluste zu schützen und dann läßt sich ja auch durch Benützung jährigen Saatgutes zu gelegener Zeit für dessen Beschaffung sorgen. Man nimmt in der Praxis an und obiger Versuch bestätigt dieß, daß man bei Verwendung gebeizten Maschinenweizens um $^1/_3$ stärker säen müsse. Dieses Drittel ist aber vollständig verloren und leicht läßt sich die Bilance ziehen zwischen den Mehrkosten des Handdrusches und dem Preis des so nutzlos verschleuderten Weizens.

Da nun Prof. Dr. Kühn auf Grund seiner Versuche (s. o.) behauptete, eine 0,5 procentige Kupferlösung benachtheilige die Keimfähigkeit des Handdrusch-Weizens und die Entwickelung der jungen Pflanze nicht, so nahm ich, hiezu angeregt und freundlichst unterstützt von Herrn Prof. Dr. Nobbe, die Untersuchung nach dieser Richtung auf's Neue auf. Ich benutzte nur zu den ersten Versuchen einen, der Art des zahlreichen Bruches nach zu urtheilen, mit der Maschine gedroschenen Sommerweizen, später aber, um einen Factor auszuschließen, der möglicher Weise an sich bereits der Keimfähigkeit geschadet hatte, einen durch die Güte des Herrn Landrath Rimpau in Halberstadt in Aehren zugesandten Winterweizen, der hier selbst mit Vorsicht entkörnt wurde. Ehe ich jedoch zu meinen eigenen Versuchen übergehe, wollen wir noch einen kurzen Blick werfen auf das, was noch weiter über dieses Thema gearbeitet wurde.

Der Versuche, welche die Wirkung verschiedenartiger, im Wasser leicht oder schwer löslicher Körper auf den Keimungsproceß der Samen erforschen sollten, gibt es sowohl nach der Natur und Menge der angewandten Substanzen als auch in Hinsicht des dabei eingeschlagenen Verfahrens eine große Menge. Man wollte durch

dieselben erfahren, ob diese oder jene Substanz die Keimung befördere, ganz oder theilweise hemme, oder auch die physiologische Bedeutung, der in den Pflanzenaschen vorkommenden unorganischen Verbindungen ermitteln; endlich auch dadurch erfahren, in wieweit in solcher Weise auf das Leben der künftigen Pflanze direkt oder indirekt eingewirkt werden könne. Man ließ die Samen längere oder kürzere Zeit in verschiedenen Flüssigkeiten quellen, oder benetzte theils sie selbst, theils das Keimblatt damit.

Fleischer gibt in seinen Beiträgen zur Lehre von der Keimung der Gewächse eine sehr gute Uebersicht über die bis dahin angestellten wichtigeren Versuche dieser Art.

Man prüfte die Einwirkung O, Cl, I, Br-haltigen Wassers auf die Keimung, ebenso die der Sauerstoff- und Wasserstoffsäuren, der Alkalien, Erden und Alkaloiden und endlich einer großen Anzahl der verschiedensten Salze, sowie des Weingeistes, fetter Oele und einer Anzahl anderer Pflanzenstoffe.

Vergleichen wir die gewonnenen Resultate, so zeigen dieselben keineswegs bei den gleichen Beizflüssigkeiten eine genaue Uebereinstimmung, ja es finden sich oft die räthselhaftesten Widersprüche, ein Umstand, der in der Verschiedenheit des dabei befolgten Verfahrens, sowie auch der zu den Versuchen benützten Sämereien seine Erklärung findet. So wurde von Humboldt, Schnurrer, Göppert, Otto, Eichstädt, Remond eine günstige Wirkung des Chlor's auf die Keimung gefunden, das Gegentheil von Thaer, Davy, Linhof. Ebenso verschieden sind die Resultate bei Anwendung von Säuren, doch fand man meist verdünnte Säuren nützlich wirkend. Essigsäure erfordert nach Göppert eine Verdünnung von 400, Schwefel-, Salpeter-, Salz- und Kleesäure von 100, Phosphorsäure und Weinsäure nur von 50 Theilen Wasser. Arsenige Säure und Gerbsäure sollen unter allen Umständen schädlich wirken.

Kali und Natron sollen nach Göppert eine die Keimung verzögernde Wirkung äußern, selbst noch in Lösungen von 1:400—10,000 und dieses sei in noch höherem Grade bei Anwendung von Ammoniak und einfach kohlensaurem Ammoniak der Fall, woraus sich nach Sprengel der Nachtheil erklären soll, der bei der Düngung mit Schaf- und Pferdemist so oft sich äußert und woraus sich anderseits die wiederholten Warnungen vor dem Beizen mit Harn und Jauche, wenn nicht sofort gesäet werden könne, erklären.

Von Chlorammonicum dagegen wollen Harcourt und Bruchmann eine günstige Wirkung gesehen haben.

Barythydrat wirkt nach Vogel schädlich, verdünntes Kalkwasser dagegen nach Monnier nützlich. (Was ich nach meinen Versuchen mit Weizen bestätigen kann.)

Die Versuche mit den Salzen des Kali, Natron, Kalk, der Bittererde, des Eisen und Mangan, die einfach kohlensauren Salze des Kali und Natron nicht ausgenommen, ergaben bei hinreichend

verdünnt angewandten Lösungen und bei sonst zweckmäßigem Verfahren einen vortheilhaften Einfluß dieser Salze auf das Keimen der Samen nicht nur, sondern auch auf das Fortwachsen der Pflanze. So besonders sollen nach Harcourt schwefelsaures Natron, phosphorsaures Natron und salpetersaures Kali günstig auf den Keimproceß wirken, ebenso das essigsaure Kali nach Monnier.

Von den übrigen Salzen, wie den Baryt-, Strontian-, Thonerde-, Eisen-, Blei-, Zink-, Quecksilbersalzen ist nach vielen Versuchen im Ganzen eine den Keimungsproceß beeinträchtigende Wirkung erkannt worden. Auch Kupfervitriol wirkte nachtheilig sobald die Lösung desselben zu concentrirt war und die Samen längere Zeit damit in Berührung blieben.

Fleischer beizte Victoria Weizen, rothen Dinkel, Gerste, Mais, Buchweizen, Erbsen, Runkeln, Raps, Sonnenblumen, Lein, Hanf und Rothklee mit Lösungen, welche enthielten 6,25 % concentrirte Salpetersäure, englische Schwefelsäure, Salzsäure; Kalkhydrat dagegen und einfach kohlensaures Natron, schwefelsaures Natron, salpetersaures Natron, Kochsalz und einfach kohlensaures Ammoniak, Alaun, Eisen- und Kupfervitriol wurden in 12,5 procentigen Lösungen angewendet. Die Quelldauer betrug für die sauren Solutionen 24, für die übrigen 48 Stunden.

Das Versuchsergebniß war folgendes:

Die Alaunbeize wirkte nächst dem destillirten Wasser am günstigsten. Glaubersalz, Natronsalpeter, Kochsalz, Eisenvitriol und Kupfervitriol wirkten je auf 2 Samenarten tödtlich, Aetzkalk und Soda verhinderten bei 3, Salzsäure und Schwefelsäure bei je 5, Salpetersäure bei 10 Arten die Keimung ganz, Ammoniaklösung zerstörte die Keimkraft bei allen. Bei Weizen keimten in Wasser $^5/_6$, in Alaunlösung: alle, Schwefelsäurelösung: $^1/_3$; Kalkmilch: $^5/_6$; Kupferlösung: alle; Eisenvitriollösung: $^1/_2$.

Aus Fleischers Versuchen ersieht man, wie die Keimfähigkeit beinahe aller Sämereien stärker durch Schwefelsäure benachtheiligt wurde als durch Kupferlösung, dort wurden 5 Sämereien vollständig getödtet und 2 starben noch vor Beendigung des Versuches ab, hier wurden nur 2 getödtet. Günstig hat selbst diese starke Kupferbeize gewirkt auf Lein und Hanf, während die Schwefelsäure beide tödtete. Sehen wir ab von der geringeren Anzahl der aufgegangenen Pflanzen, so wirkte die Schwefelsäurebeize günstig auf den Weizen und Dinkel, die sich besser als bei der Wasserquellung entwickelten. (Letzteren Befund haben meine Versuche für Weizen durchaus nicht bestätigt.)

Kalkmilch wirkte im Ganzen ungünstiger als Kupfervitriol, ganz tödtete sie Mais, Erbsen und Klee, vor Beendigung des Vesuches starben noch ab: Buchweizen und Raps und sehr schlecht wirkte sie auch auf Hanf, günstig nur auf Weizen und Sonnenblumen, was ich für Weizen bestätigt fand.

Daß indeß die Lösungen viel zu concentrirt waren, beweist der Umstand, daß alle Sämereien mit dickwandigen Samenhüllen weniger angegriffen wurden als die zartwandigen. Beschleunigend hat kein einziges Beizmittel gewirkt, fast alle aber verspätend, ganz besonders stellte sich dieß für Kupfervitriol heraus. Die große Schädlichkeit der in solcher Concentration angewendeten Säuren ist noch kein Beweis gegen die Beobachtung (s. o.), daß dieselben in größerer Verdünnung angewendet nützlich wirken. Daß letzteres bei Schwefelsäure nicht der Fall ist, hat Vogel (s. u.) bewiesen.

Wichtig für unsere Zwecke ist ganz besonders die Thatsache: daß eine 12,5 procentige Kupferlösung die Keimfähigkeit des Weizens in Erde (alle Versuche waren Topfculturen) nicht im mindesten benachtheiligt hat, trotz der 48 Stunden währenden Quellung; daß dagegen durch diese starke und langdauernde Beize die Entwickelung der Keimlinge benachtheiligt war, die spät gekeimten (zum Theil erst nach 33 Tagen) Pflanzen waren schwach und von sehr ungleicher Entwickelung. Schwefelsäure, Glaubersalz, Alaun und Kalkmilch wirkten entschieden günstiger auf Getreide als Kupfervitriol. Eisenvitriol nur günstig auf Dinkel und Gerste, nicht auf Weizen.

Daß indeß auch Eisenvitriol die Keimfähigkeit des Weizens nicht erheblich schädigt, wenn nicht allzuviel angewendet wird, beweist ein anderer Versuch Fleischers, nach welchem Weizen noch vollständig keimte in mit Salzsäure ausgelaugtem und ausgewaschenem Keupersand, dem 0,2 % Eisenvitriol zugesetzt war, ja sich gesund und kräftig entwickelte (wenigstens kräftiger als im reinen Sand), nachdem dem Sande 5 % Kreide zugesetzt waren neben 5 % Vitriol. Das Gleiche zeigte sich in Gartenerde, ohne daß Kreide zugesetzt wurde, da sie ohnedieß Kalk enthielt.

Höchst wahrscheinlich ist es, daß der Kalkgehalt des Bodens es ist, der die in anderen Keimmedien so hervortretenden nachtheiligen Wirkungen des Kupfervitriols fast vollständig wieder aufzuheben vermag, worauf ich später zurückkommen werde.

Obiges Resultat wird durch Trommer bestätigt (Eldenaer Archiv 1855). Er setzte guter Gartenerde bis zu 6 % (!) Eisenvitriol zu, aber weder die Cerealien, noch die Oelgewächse, noch die Leguminosen wurden dadurch benachtheiligt, sie wuchsen ebenso schön und kräftig wie in reiner Gartenerde. Ich kann mir hier nicht versagen, einer überall verbreiteten Ansicht, daß man Eisenvitriol zur Desinfection nicht verwenden dürfe, weil er der Vegetation schädlich und so der Dünger unbrauchbar sei, zu erwähnen. Betrachtet man aber obige Zahlen, so sieht man, welche große Mengen von Eisenvitriol ein Boden erhalten darf, wenn er nur Kalk genug enthält, ihn zu zersetzen! Ein viel gewichtigerer Einwand gegen dessen Benützung zur Desinfection ist die Thatsache, daß saure Flüssigkeiten die Pilzvegetation und Fäulniß begünstigen. Doch dürfte die Benützung des Eisenvitriols zur Bindung des

Ammoniak in Ställen und auf der Dungstätte, wenigstens in Gegenden mit kalkreichen Böden mehr Berücksichtigung verdienen. Gefährlich bleibt indeß immer seine Anwendung auf sehr humosen und schweren geschlossenen Böden, sowie bei allen an Nässe leidenden Böden, denn hier ist die höhere Oxydation des schädlichen kohlensauren Eisenoxyduls nicht möglich. Wie nachtheilig größere Mengen desselben im Boden wirken, geht ebenfalls aus Fleischers Versuchen hervor. Sehr geringe Mengen dagegen sind unschädlich.

Nur in scheinbarem Widerspruch mit Fleischer's Beobachtung, daß eine Alaunbeize unter allen Beizmitteln die günstigste sei, steht Trommer's Beobachtung, daß ein Boden, dem 4 % Alaun zugesetzt wurden, vollständig unfruchtbar war, während doch derselbe Boden noch bei 6 % Eisenvitriolzusatz fruchtbar blieb. Nach v. Vonhausen (Heyer, Forst u. Jagdzeitung 1858) befördern verdünnte Säuren die Keimung, doch müssen sie sehr verdünnt sein, wenig stärker reagirend als Kohlensäure, sonst wirken sie schädlich. Weizen mit so angesäuertem Wasser behandelt keimte nach 21 Stunden, der mit Chlorwasser behandelte keimte nach 30 Stunden und der mit reinem Wasser behandelte erst nach 60 Stunden. (?)

Aehnlich verhielt es sich auch mit Buchweizen und ölhaltigen Samen. (Nach meinen Beobachtungen keimt der Weizen in Wasser gequollen schon nach 24 Stunden, d h. die Testa ist gesprengt, die Plumula bereits 1 Mm. groß und an der Wurzelscheide sind deutlich die Stellen bemerkbar, wo die Würzelchen hervorbrechen. Aber in diesem Stadium bleiben häufig in der Keimschale viele der gebeizten Körner und gehen häufig auch ganz ein, so daß man sie als nicht gekeimt wohl bezeichnen kann. Hat nun Vonhausen dieses Sprengen der Testa oder das Hervorbrechen der Würzelchen aus der Wurzelscheide als Keimungsanfang betrachtet?) Nach demselben kann die Wirkung der Säure keine andere sein, als daß sie die äußere Hülle der Samen mürbe macht und dem Keim das Hervorbrechen erleichtert. Nach ihm (a. a. O. 1860) verzögern Kali- und Natronlauge, Salpeter, Kupfer- und Eisenvitriol die Keimung, während sie Kalkwasser befördert. Leider hat er weder hier noch dort die Concentration der verwendeten Flüssigkeiten angegeben. Carey Lea (Chemisches Centralblatt 1867) hat Weizenkörner auf Wasser keimen lassen, dem er Schwefelsäure, Salzsäure, doppelt kohlensaures Kali, einfach kohlensaures Natron, Ammoniak, Bromammonium, schweflig saures Natron, chlorsaures Kali in geringer Menge zusetzte oder in das er ein Kupfer-Zinkelement gestellt hatte. Die Samen keimten in allen diesen Flüssigkeiten weniger gut als in reinem Wasser. Das Keimen wurde am wenigsten beeinträchtigt durch kohlensaures Kali, schwefligsaures und kohlensaures Natron und Salpetersäure. Chlorsaures Kali und schwefligsaures Natron wirkten gleich. Freie Säuren zeigten sich schädlicher als freie Alkalien. Die Gegenwart des Metall-

Paares verzögerte das Wachsthum um $1/3$. In Zuckerlösung und Glycerin waren die Pflanzen gewachsen wie in reinem Wasser, in Gummi hatten weniger Samen gekeimt, sie waren aber um die Hälfte größer geworden als im Wasser, auch die Pflanzen in schwefligsaurem Natron und salpetersaurem Ammoniak waren im Wachsthum denen im Wasser etwas voraus. Die Pflanzen in Citronensäure waren sehr klein und hatten keine Wurzeln, eine Erscheinung, die bei der Kupferbeize sehr häufig vorkommt, ebenso in übermangansaurem Kali. Die in Schwefelsäure waren etwas größer und hatten gesunde Wurzeln. Leider sind auch hier die angewendeten Concentrationen nicht angegeben, sowie auch jede Andeutung über die Versuchsmethode fehlt.

Aehnlicher Beobachtungen, die sich von den rein empirischen des praktischen Landwirthes, den die Noth zwingt, ein Mittel ausfindig zu machen, sich gegen Verluste zu schützen, während die andern Beobachter eben der Wunsch zu sehen, was daraus wird, leitet, in nichts unterscheiden, gibt es noch eine große Anzahl. Gewiß sind sie auch höchst werthvoll, denn nur wenn die Thatsache fest steht, kann man versuchen, sie zu erklären. Doch die vorliegenden Resultate widersprechen sich in einer Weise, daß aus schon früher angegebenen Gründen ein sicherer Schluß aus denselben nicht gezogen werden kann. Es werden die sämmtlichen Untersuchungen, für die die Fortschritte in der Pflanzenphysiologie ganz andere Gesichtspunkte eröffnen, aufs Neue aufgenommen werden müssen.

Die von mir angestellten Versuche bezweckten in erster Linie die Frage zu beantworten:

„Welchen Einfluß übt das schwefelsaure Kupferoxyd auf den Keimproceß des Weizens?“

Erst in zweiter Linie kann die Beantwortung der sich hieran schließenden Frage:

„Wodurch lassen sich die beobachteten Erscheinungen erklären?“ zu beantworten versucht werden.

Zunächst nun habe ich mir die erstere Frage zum Vorwurf meiner Arbeit gemacht und mir nur erlaubt, einige leitende Gesichtspunkte für die von mir ebenfalls, jedoch wegen der Kürze der Zeit, die mir hiefür zu Gebote steht, erst später zu versuchende Beantwortung der zweiten Frage anzuschließen.

I. Versuch.

Ausgeführt zur direkten Vergleichung des Einflusses verschieden langer Quelldauer in einer $1/2$ procentigen Kupferlösung.

Je 200 Körner des früher erwähnten Sommerweizen wurden nach der Beizung in den Keimapparat gebracht. Temperatur 15 °R.

Es keimten:

Quelldauer. Stunden	Kupferlösung. %	Wasser.
1	87	99
2	83	98
3	85	97
4	88	98
5	83	99
6	85	99
8	83	100
10	82	97
36	69	98*)
36	74	98*)

*) 6 % davon hatten sehr schlecht gekeimt.

Die Entwickelung der Keimlinge war bei der 1stündigen Quelldauer in Wasser am besten, doch bei den übrigen Wasserquellungen ebenfalls sehr gut mit Ausnahme der 36 Stunden in Wasser gelegenen. Die Keimlinge der in Kupfervitriol gebeizten Körner entwickelten sich sehr schwach, am besten die nur eine Stunde gebeizten, am schlechtesten die 36 Stunden gebeizten. Doch fehlte denselben niemals alle Wurzelentwickelung, wie man es bei der Keimung auf Fließpapier regelmäßig bei einer großen Anzahl beobachten kann und die Entwickelung des Graskeimes war nicht besser als die der Wurzeln.

Schon die einstündige Quelldauer hat einen sehr ungünstigen Einfluß geäußert.

II. Versuch.

Zur Vergleichung des Einflusses verschieden starker Kupferlösungen bei 1stündiger Quelldauer.

Zugleich wurde versucht, die Kupferlösung durch einmaliges Abspülen mit Wasser bei dem Herausnehmen der Körner aus der Beize wieder zu entfernen.

Eingekeimt wurden je 100 Körner in den Keimapparat und in Erde.

Es keimten im Keimapparat:

Quellflüssigkeit.	nach 1 Tag. %.	nach 2 Tagen. %.	nach 3 Tagen. %.	nach 4 Tagen. %.	nach 5 Tagen. %.	nach 6 Tagen. %.	nach 7 Tagen. %.	Durchschnittl. Wurzellänge. Mm.
Wasser	50	96	100	—	—	—	—	55,8
0,1 % Kupfervitriol	16	87	94	94	100	—	—	17,2
0,1 % „ *)	—	93	99	99	100	—	—	27,2
0,25 % „ —	—	92	92	93	94	94	96	21,6
0,25 % „ *)	—	91	92	97	97	97	97	28,4
0,5 % „ —	—	77	78	79	79	79	79	14,0
0,5 % „ *)	—	83	87	93	93	94	95	17,0
0,75 % „ —	6	69	72	78	78	82	83	13,7
0,75 % „ *)	2	70	79	84	84	89	90	16,1
1,0 % „ —	—	50	67	81	81	84	85	5,0
1,0 % „ *)	—	66	67	86	89	95	95	19,3

*) mit Wasser abgespült.

Aus der Tabelle ersieht man, daß mit zunehmender Concentration der Quellflüssigkeit die Keimfähigkeit sich vermindert und das Abwaschen einen entschieden günstigen Einfluß gehabt hat. Besonders hervorgehoben muß noch werden, daß die Wirkung des Kupfervitriol eine sehr rasche ist, denn schon die schwächste Lösung beeinträchtigte nicht nur die Entwickelung des Keimlings bedeutend, die Wurzellängen erreichten noch nicht 1/3 der in Wasser gequellten und waren nur um 1/3 besser als die in fast 8 mal stärkerer Lösung gebeizten, auch die Keimfähigkeit hatte nicht unbeträchtlich gelitten, da die nach 3 Tagen noch nicht gekeimten sich viel schwächer entwickelten, wenn sie überhaupt zur Keimung kamen und — was schon bei der 1/4 procentigen Lösung wohl in Betracht zu ziehen ist — die vom 6ten Tage ab erst zur Entwickelung kommenden, sich regelmäßig sehr schlecht entwickelten.

Ganz anders verhielten sich die gebeizten Samen in der Erde:

Quellflüssigkeit.	Es keimten nach 7 Tagen. %.	Durchschnittliche Wurzellänge. Mm.
Wasser	98	138,4
0,1 % Kupfervitriol	98	113,3
0,1 „ „ *)	98	161
0,25 „ „ *)	93	155,7
0,25 „ „ —	92	149,5
0,5 „ „ —	97	99
0,5 „ „ *)	95	92
0,75 „ „ —	93	84,9
0,75 „ „ *)	91	69,8
1,0 „ „ —	75	134
1,0 „ „ *)	92	114,5

*) mit destillirtem Wasser einmal abgespült wie oben.

Zwar zeigte sich auch hier, daß schon durch so kurze Quelldauer die Keimfähigkeit des Maschinen-Weizen gelitten hatte, bei der 1,0 procentigen Lösung sogar sehr beträchtlich um 23 %. Dagegen zeigte sich die Wurzelentwickelung sowohl, wie die Entwickelung der Plumula bedeutend besser als im vorigen Versuch und eine Benachtheiligung läßt sich nicht constatiren. Indeß gestattet dieser Versuch in Erde nicht, die einzelnen Beizen zu vergleichen, da die Töpfe nur dem Auge nach möglichst gleichmäßig befeuchtet wurden, in der That aber, wie sich beim Herausnehmen der Wurzeln zeigte, war der Feuchtigkeitszustand ein verschiedener, was später vermieden wurde durch Zumessung und Zuwägung des Wassers. Doch zeigt das Meßungsresultat, daß die Entwickelung des Keimlings eine ganz andere ist in der Erde wie im Keimapparat, auch wenn wir nur die Wasserquellung ins Auge fassen. Worin liegt dieß? Ob die schon beim Quellproceß beginnende Aufnahme von Nährsalzen, wie wir später sehen werden, die sicher zunimmt mit der Entwickelung der Wurzeln, hieran allein Schuld ist, läßt sich bis jetzt noch nicht entscheiden. Indeß darf doch mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß es nur die bereits sehr frühzeitig beginnende Assimilation und die durch die die Würzelchen rings umgebende feuchte Erde bedeutend erleichterte Wasseraufnahme sind, die die Pflanzen in Erde besser gedeihen lassen. Nach den Versuchen von Knop, Lehmann, Schrebers, Wolff, Sachse nimmt der Same schon beim Quellen, also beim ersten Beginn der Keimung, Nährstoffe aus dem umgebenden Medium auf, theilweise sogar, entgegen dem de Saussure'schen Gesetze in concentrirterer Lösung. Nehmen nun aber, was durch obige Versuche v. Knop u. s. w. jedenfalls bewiesen ist, schon die Samen Nährstoffe auf, so vermögen die sich entwickelnden Würzelchen gewiß noch in höherem Grade solches zu thun. Hierzu kommt, daß schon nach 3 Tagen die Plumulae an die Oberfläche der Erde treten und nun während der weiteren Keimdauer ebenfalls mehr oder minder lebhaft assimiliren. Während wir sonach im Keimapparat den Keimproceß ungetrübt durch andere Einflüsse verlaufen sehen, haben wir in der Erde einen Assimilationsproceß.

Daß eine so frühzeitige Aufnahme von Nährsalzen dem Keimling auch wirklich nützt, was allerdings a priori angenommen werden konnte, bestätigen meine Keimversuche mit Weizen in Nährstofflösungen. Die Plumulae der Keimlinge wurden hier um $^1/_4$ höher als bei den nur mit destillirtem Wasser befeuchteten, und auch die Wurzelentwickelung war eine bessere. (Ausführung des Versuches in der Keimschale.) Welche Beobachtung auch Prof. Dr. Nobbe bei früheren Versuchen wiederholt gemacht hatte.

III. Versuch.

Ausgeführt mit demselben Weizen zum Vergleich des Einflusses verschieden concentrirter Kupferlösungen bei 4stündiger Quelldauer.

Auch hier wurde der Einfluß, den einmaliges Abspülen mit destillirtem Wasser äußert, geprüft.

Eingekeimt wurden je 100 Körner in den Keimapparat. Die Keimdauer wurde für diesen und die folgenden Versuche in Keimapparat und Keimschale auf 5—6 Tage beschränkt, da, wie aus den vorhergegangenen Versuchen hervorging, die erst später keimenden wenigen Samen sich so schlecht entwickelten, daß man zweifeln konnte, ob man sie zu den gekeimten rechnen solle oder nicht.

Daraus erklärt sich die geringere Wurzellänge der in Wasser gequollenen Körner gegenüber der 1stündigen Wasserquellung.

Es keimten:

Quellflüssigkeit.	nach 1 Tag.	nach 2 Tagen.	nach 3 Tagen.	nach 4 Tagen.	nach 5 Tagen.	nach 6 Tagen.	Durchschnittliche Wurzellänge. Mm.
Wasser	50	87	99	99	100	—	26,5
0,1 % Kupfervitriol	—	—	69	93	96	97	10,2
0,1 „ „ *)	—	—	89	94	97	97	14,4
0,25 „ „ —	—	—	73	86	89	94	12,3
0,25 „ „ *)	—	—	72	78	87	93	10,1
0,5 „ „ —	—	—	62	65	81	90	9,8
0,5 „ „ *)	—	—	56	77	79	83	9,5
0,75 „ „ —	—	—	59	67	70	78	8,4
0,75 „ „ *)	—	—	68	79	79	79	12,3
1,0 „ „ —	—	—	52	66	76	79	8,0
1,0 „ „ *)	—	—	52	61	72	74	10,8

Die längere Quelldauer zeigt einen entschieden nachtheiligeren Einfluß, nicht nur die Keimfähigkeit hat stärker abgenommen, während dort der Keimverlust bei der 1,0 procentigen Kupferlösung nach 6tägiger Keimdauer im Maximum 16 % beträgt, steigt er hier schon bis 26 %, auch die Keimung ist so verzögert, daß nach 2 Tagen zwar die Fruchthaut vom Embryo gesprengt war, doch ohne daß sich derselbe weiter entwickelt hätte. Da aber die meisten der nicht gekeimten Körner in diesem Zustand während der ganzen Versuchsdauer blieben, konnte die Zählung erst nach 3 Tagen beginnen.

IV. Versuch.

Wiederholung des Versuch II zur Vergleichung des Einflusses verschieden starker Kupferlösung bei 1stündiger Quelldauer.

Zu diesem und den folgenden Versuchen wurde ein mit der Hand entkörnter weißer Winterweizen benützt. 100 möglichst gleichmäßig ausgelesene stets 5,2 Gr. wiegende Körner wurden in 10 CC. der entsprechenden Flüssigkeit eingequellt. Die aus der Flüssigkeit genommenen Körner werden auf trockenes Filtrirpapier gebracht, doch nur um zu verhindern, daß Tropfen der Beizflüssigkeit in den Keimapparat kamen, vollständig abgetrocknet wurden sie absichtlich nicht, da eine solche Entfernung der adhärirenden Flüssigkeit in der Praxis nicht geschieht.

Die Keimapparate wurden möglichst gleichmäßig ausgewählt und stets zu gleichem Niveau mit destillirtem Wasser gefüllt. Die Temperatur betrug 14° R. Keimdauer 5 Tage.

Das Resultat war folgendes:

Quellflüssigkeit.	Die frischen Keimlinge wogen: Gramm.	Trockengewicht: Gramm.	Verlust: %.
I. Wasser	11,195	4,329	7,9
II. 0,1 % Kupfervitriol	7,365	4,501	4,2
III. 0,25 % "	7,638	4,490	4,7
IV. 0,5 % "	7,538	4,490	4,7

Der Verlust ward berechnet aus der Trockensubstanz der verwendeten Körner, die 4,701 Gr. betrug.

Dieser Versuch läßt ebenfalls eine bedeutende Benachtheiligung durch selbst die schwächste Kupferlösung und bei so kurzer Quelldauer ersehen. In der ½ procentigen Kupferlösung gequellt nahmen die Samen um 3,2 % weniger an Trockensubstanz ab als bei I, d. h. ihre Keimung war um 41 % schlechter. Eine stärkere Benachtheiligung durch die concentrirtere Lösung, als durch die schwächeren läßt sich hier nicht erkennen. Auch die Keimfähigkeit wurde nicht beeinträchtigt durch die Kupferlösung, denn bei I und II keimten 99 %, bei III und IV alle Samen.

Zu den Versuchen in Erde wurden weiße glacirte Steinguttöpfe von 110—115 Mm. oberer und 95 Mm. unterer Weite und von 95—100 Mm. Höhe, gefüllt mit 800 Gr. gesiebter guter Gartenerde, deren Feuchtigkeitsgehalt anfangs 10 %, dann 7,6 und später gleichmäßig 3,6 % betrug. 50 Gr. der Erde wurden zurückbehalten zum Bedecken der obenauf gelegten Körner. Der Erde wurde so viel Wasser zugesetzt, daß ihr Feuchtigkeitsgehalt 60 % ihrer wasserfassenden Kraft, in diesem Falle also 26,5 % betrug.

In jeden Topf kamen 50 Körner von 2,6 Gr. w. o. ausgewählt. (Das gleiche Gewicht der zu je 100 resp. je 50 abgezählten Körner wurde dadurch erreicht, daß so lange leichtere

Körner — unter Ausschluß sehr kleiner und sehr großer — gegen schwerere auf der Waage vertauscht wurden, bis das Gewicht erreicht war.)

Zur Befeuchtung der zur Bedeckung der Körner verwendeten trockenen Erde wurden je 54 CC. der berechneten Wassermenge reservirt und der übrige Theil vor der Einsaat zugesetzt. So oft die Erde oben abzutrocknen begann, wurde allen Töpfen mit einer Bürette eine gleiche Wassermenge zugesetzt.

Das Resultat ist aus folgenden Tabellen ersichtlich:

Vegetationsdauer: $7^1/_2$ Tage.

Quellflüssigkeit.	Die 2 längsten Pflanzen maßen: Mm.		Die 3 kürzesten Pflanzen maßen: Mm.			Es keimten. %	Grüngewicht der am Wurzelknoten abgeschnittenen Halme. Gr.	Trockengewicht der am Wurzelknoten abgeschnittenen Halme. Gr.
Wasser	135	142	30	63	83	100	6,315	0,560
0,1 Kupfervitriol	135	150	71	76	80*)	98	6,165	0,542
0,25 "	130	146	48	62	66	100	6,470	0,572
0,5 "	145	148	63	58	90	100	6,620	0,580

*) Außer diesen 3 kürzesten Pflanzen waren noch 3 Körner vorhanden, deren Plumulae nur eine Länge von 2 Cm. hatten.

Quellflüssigkeit.	Wassergehalt der grünen Halme.	Trockengewicht pro 100 Pflanzen.
Wasser	91,13 %	1,12 Gramm.
0,1 Kupfervitriol	91,20 "	1,106 "
0,25 "	91,15 "	1,144 "
0,5 "	91,23 "	1,160 "

Demnach hat eine 1stündige Quelldauer nicht nur die Keimfähigkeit nicht beeinträchtigt, auch nicht die Entwickelung verzögert, sondern sie vielmehr begünstigt.

V. Versuch.

Vergleichung des Einflusses verschieden starker Lösungen bei 5stündiger Quelldauer.

Je 100 Weizenkörner wurden wie bei Versuch IV eingequellt. Die Einkeimung geschah auf feuchtes Filtrirpapier in einer mit einer Glastafel bedeckten Porzellanschale. Keimdauer 5 Tage.

1. Wasserquellung.

Alle Körner haben gekeimt. Entwickelung vorzüglich. Graskeim bis 60 Mm. lang, das erste Blättchen schon bis auf eine Länge von 20 Mm. aus der Blattscheide getreten, längste Wurzeln 90 Mm. und länger.

2. Quellung in 0,1 % Kupfervitriol.

Alle Körner haben zwar gekeimt, doch viel schlechter als bei I, Graskeime bis 40 Mm. lang, ebenso lang die längste Wurzel, doch die meisten Wurzeln viel kürzer. 5 Körner haben schlecht gekeimt.

3. Quellung in 0,25 % Kupfervitriol.

Auch hier haben alle gekeimt, 5 Körner jedoch sehr schlecht, nur die Testa ist gesprengt und Plumula und Radicula sind kaum hervorgetreten. 19 Körner haben gar keine Würzelchen entwickelt, wohl aber die Plumulae von 6—35 Mm. Länge. Auch die übrigen haben größtentheils die Plumula viel länger entwickelt als die Würzelchen, deren niemals mehr als 2 sind von höchstens 18 Mm. Länge.

4. Quellung in 0,5 % Kupfervitriol.

Bei 21 Körnern ist nur die Testa über dem Embryo gesprengt, bei einigen davon hat sich die Plumula unter derselben bis an das andere Ende des Kornes hinaufgeschoben, ohne sie zu zerreißen. 25 Körner haben überhaupt Würzelchen entwickelt von 2—15 Mm. Länge, meist nur je eines, ein einziges Korn hatte deren 3, die Länge der Plumula betrug hier 2—25 Mm.; bei den übrigen wurzellosen betrug die Länge derselben 2—15 Mm. Weiteres ist uns aus folgender Tabelle ersichtlich:

Quellflüssigkeit.	Grünes Gewicht der Keimlinge.	Trocken-Gewicht der Keimlinge.	Verlust an Trockensubstanz	Keimverlust der in Wasser gequollenen = 100.
Wasser	15,375	4,172	11,2 %	100
0,1 % Kupfervitriol	11,040	4,336	7,7 „	68
0,25 „ „	9,880	4,392	6,5 „	58
0,5 „ „	9,180	4,484	4,6 „	41

Die Keimung ist hier im Ganzen viel besser verlaufen wie bei Versuch IV. Doch lassen sich die Keimverluste hier durchaus nicht mit denen im Versuch IV vergleichen, sonst müßte man schließen, daß die mit der schwächsten Kupferlösung gebeizten hier fast eben so gut sich entwickelt hätten, wie dort die in Wasser gequollenen Körner, allein hier waren die Plumulae sehr stark, die Würzelchen sehr schlecht entwickelt und so ist auch bei den übrigen Beizen der größere Keimverlust auf Rechnung der größer entwickelten Plumulae zu setzen.

Um so schärfer tritt dagegen hier die Wirkung der concentrirteren Kupferlösungen hervor, die Entwickelung nimmt fast proportional der zunehmenden Concentration ab.

Ganz anders dagegen verhielten sich die auf gleiche Weise behandelten in Erde gesäten Körner. Körnerzahl: 50, wie bei IV. Keimdauer: 7 Tage.

Das Resultat ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Quellflüssigkeit.	Es keim-ten. %	Die 3 längsten Pflanzen maßen. Mm.			Die 3 kürzesten Pflanzen maßen. Mm.			Grün-gewicht*).	Trocken-gewicht.	Wasser-gehalt. %	Trocken-gewicht pro 100 Pflanzen.
Wasser	100	150	155	165	115	130	133	6,767	0,592	91,24	1,184
0,1 % Kupfervitriol	96	158	160	162	130	133	145	6,636	0,589	91,13	1,226
0,5 „ „	100	160	162	172	35	35	65	6,415	0,581	91,05	1,166

*) Die Halme wurden stets am Wurzelknoten abgeschnitten.

Um auch ein Urtheil zu haben über die Ausbildung der Wurzeln und zu erfahren, ob eine gefundene geringere Entwickelung der aus gebeizten Körnern erhaltenen Pflanzen etwa bestätigt werde durch geringeren Substanzverlust der Körner, wurden die Wurzeln vorsichtig von Erde befreit, rein ausgewaschen und sammt den anhaftenden Körnern bei 100° C. getrocknet, gewogen, die Körner von den Wurzeln getrennt und wieder nach abermaligem Trocknen gewogen, die Differenz ergab das Gewicht der Wurzeln.

Ferner maß ich die Wurzeln mehrer so behandelter Weizenpflanzen, bestimmte das Trockengewicht derselben und berechnete daraus die Wurzellängen für die übrigen Pflanzen.

Es entsprachen 1169 Mm. Wurzellänge zweier Pflanzen 0,018 Gr. oder 0,001 Gr. entsprach 65 Mm. (nach einem späteren Versuch 67 Mm.). Das Vorhandensein kleiner Würzelchen zweiter Ordnung wurde hierbei außer Acht gelassen, so daß demnach die wirkliche Wurzellänge etwas höher ist als die berechnete.

Quellflüssigkeit.	Trockengewicht der Körner und Wurzeln. Gr.	Trockengewicht der Körner. Gr.	Trockengewicht der Wurzeln. Gr.	Letzteres pro 100 Pflanzen. Gr.	Wurzellänge pro Pflanze. Mm.	Trockengewicht der Wurzeln : d. d. Halme.
Wasser	1,153	0,665	0,488	0,970	630	1 : 1,21
0,1 % Kupfervitriol	1,066	0,582	0,484	1,000	650	1 : 1,22
0,5 " "	1,201	0,706	0,495	0,990	640	1 : 1,18

Quellflüssigkeit.	Trockensubstanzverlust der Körner.	Trockensubstanz in Halm und Wurzeln.	Keimverlust (in % vom Gesammtverlust).
Wasser	71,8 %	1,080	25,3 %
0,1 % Kupfervitriol	75,2 " *)	1,073*)	
0,5 " "	70,0 "	1,076	24,2 "

*) Die Vertheilung der Trockensubstanz läßt sich in Procenten bei den in 0,1 procentiger Kupferlösung gequellten Körnern nicht berechnen, da ja nur 48 gekeimt haben und sich deren Gewicht nicht berechnen läßt, da ja nicht alle Körner absolut gleich waren.

Dieser Versuch zeigt einen entschiedenen Nachtheil durch die $^1/_2$ procentige Kupferlösung nur für die Halmbildung, die Wurzeln waren eher besser entwickelt, trotzdem die Ausnutzung des Kornes nur 70 % betrug, während sie bei der Wasserquellung 71,8 % ausmachte.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient noch der große Keimverlust von 25,3 %, trotzdem die junge Pflanze bereits aus dem Boden und der Luft Nährstoffe assimilirt hat, in welchem ebenfalls sich die bereits begonnene Vegetation in der Erde gegenüber Keimapparat und Keimschale ausspricht.

VI. Versuch.

Vergleichung des Einflusses verschieden starker Kupferlösungen bei 10stündiger Quelldauer.

Je 100 Körner wurden wie bei den früheren Versuchen (IV und V) eingequellt. Die Einkeimung geschah in dem Keimapparat. Keimdauer $5^1/_2$ Tage.

1. Wasserquellung.

Gekeimt haben 99 %. Die Plumula hat sich durchschnittlich sehr lang entwickelt, bis 40 Mm., die Wurzeln bis 60 Mm., Zahl der Würzelchen 3—6. 1 Korn hat schlecht gekeimt, eben erst die Testa gesprengt, auch bei 6 weiteren Körnern Radicula und Plumula erst 1 Mm. lang.

2. 0,1 procentige Kupferlösung.

Bei 2 Körnern tritt eben erst Radicula und Plumula hervor, 10 haben beide nur 2—5 Mm. lang entwickelt, die Plumulae im Durchschnitt 20—25 Mm., die meisten kürzer und nur eine 45 Mm. lang, die Würzelchen höchstens 40—50 Mm. lang, die meisten viel kürzer.

3. 0,25 procentige Kupferlösung.

Die Keimung scheinbar der vorigen gleich. 2 Plumulae 40 Mm. lang, im Durchschnitt aber nur 20—25 Mm., 13 Körner haben schlecht gekeimt, deren Plumula 1—5 Mm., deren Radicula 1—10 Mm. lang; die übrigen haben theilweise Würzelchen von 40—50 Mm. Länge, die meisten viel kürzere.

4. 0,5 procentige Kupferlösung.

Keimung bedeutend schlechter als bei 3. 31 Körner haben schlecht gekeimt, Plumulae und Radiculae derselben meist nur 1—2 Mm., selten 3 Mmm. Die Plumulae der übrigen sind theilweise bis zu 20 Mm., deren Radiculae bis 35 Mm. lang, im Durchschnitt jedoch nur 20 Mm.

Quellflüssigkeit.	Grünes Gewicht der Keimlinge.	Trockengewicht der Keimlinge.	Verlust an Trockensubstanz.	Keimverlust der in Wasser gequollenen = 100.
Wasser	10,836	4,357	7,3 %	100
0,1 % Kupfervitriol	8,490	4,456	5,2 „	71,2
0,25 „ „	8,648	4,436	5,6 „	76,7
0,5 „ „	7,677	4,500	4,3 „	58,8

Vergleicht man Versuch IV und VI, so ersieht man, daß die 1stündige Quelldauer bei den schwächeren Kupferlösungen durchaus nicht günstiger gewirkt hat als die 10stündige, ja die 10 Stunden gequellten Körner keimten sogar besser, nur die $^1/_2$ procentige Kupferlösung hat hier etwas nachtheiliger gewirkt als die 1stündige Quelldauer bei gleicher Lösung es that. Vergleicht man aber die einzelnen Lösungen dieses Versuches unter sich, so findet man, daß die stärkste Lösung nahezu doppelt so nachtheilig gewirkt hat als die schwächste, letztere hatte um 29 % schlechter gekeimt als die Wasserquellung, erstere 42 %.

Auch bei diesem Versuch sieht man die Wirkung der stärkeren Lösungen nicht so scharf im Keimapparat als in den Keimschalen. Höchst wahrscheinlich deßhalb, weil der Thon eine absorbirende Wirkung auf das Kupfersalz ausübt, wiewohl auch im Keimapparat die Unterschiede scharf genug hervortreten.

Zu dem gleichen Versuch in Erde wurden wie bei IV und V je 50 Körner zu 2,6 Gr. in 5 CC. der verschiedenen Flüssigkeiten eingequellt und nach 10stündiger Quellung in Erde gesät.

Keimdauer 7 Tage.

Quellflüssigkeit.	Es keimten.	Die 3 längsten Pflanzen maßen.			Die 3 kürzesten Pflanzen maßen.			Grüngewicht.	Trockensubstanz.	Wassergehalt.	Trockensubstanz pro 100 Pflanzen.
	%.	Mm.			Mm.			Gr.	Gr.	%.	Gr.
Wasser	100	158	165	166	120	120	135	6,757	0,591	91,25	1,182
0,1 % Kupfervitriol	100	150	155	160	119	120	120	6,193*)	0,543	91,23	1,086
0,25 " "	100	153	153	163	80	110	118	6,568	0,583	91,12	1,166
0,5 " "	100	153	158	169	20	45	100	6,430	0,581	90,95	1,164

*) Die Plumula einer Pflanze nach abwärts gewachsen, daher sehr kurz, ragte noch nicht über die Erde empor.

Die producirte Trockensubstanz nimmt mit der Concentration der Lösung ab, aber durchaus nicht im Verhältniß zu dieser; wichtiger ist der ungleichmäßige Stand der Pflanzen: die höchste und die kürzeste Pflanze bei derselben Cultur.

Die Wurzeln wurden behandelt wie beim vorigen Versuch.

Quellflüssigkeit.	Trockensubstanz der Körner und Wurzeln. Gr.	Trockensubstanz der Körner. Gr.	Trockensubstanz der Wurzeln. Gr.	Letztere pro 100 Pflanzen. Gr.	Wurzellänge pro Pflanze. Mm.	Trockensubstanz der Wurzeln : d. d. Halme.
Wasser	1,230	0,619	0,611	1,222	793	1 : 0,96
0,1 Kupfervitriol	1,221	0,616	0,605	1,210	786	1 : 0,90
0,25 "	1,228	0,638	0,590	1,180	767	1 : 0,98
0,5 "	1,188	0,566	0,622	1,244	808	1 : 0,95

Quellflüssigkeit.	Trockensubstanz-verlust der Körner*).	Davon im Halm %.	Davon in der Wurzel %.	Keimverlust (in % vom Gesammtverlust).
Wasser	73,3	34,7	35,9	29,4 %
0,1 Kupfervitriol	73,4	31,8	35,5	32,7 "
0,25 "	72,4	37,9	35,1	27,0 "
0,5 "	75,5	33,1	35,4	31,5 "

*) Den Berechnungen in den Versuchen IV und V ist der Trockensubstanzgehalt von 4,701 Gr. in 5,200 Gr. zu Grunde gelegt. Eine nun nach längerem Zeitraum wiederholte Feuchtigkeitsbestimmung der Körner ergab 4,640 Gr. Trockensubstanz und dieser Gehalt ist dieser und den folgenden Berechnungen zu Grunde gelegt. —

Dieser Versuch läßt ebenfalls keine Benachtheiligung der Wurzelausbildung durch die Kupferbeize erkennen, ja es ging vom gesammten Keimverlust bei allen 4 Quellungen ein fast gleicher Procentsatz der Trockensubstanz in die Wurzeln über. Größer sind die Schwankungen des Procentsatzes, der vom gesammten Keimverlust der Körner in die Halme überging, entsprechend der ungleichmäßigeren Ausbildung dieser bei den gebeizten Körnern; die Wasserquellung repräsentirt nahezu das Mittel für die drei übrigen Quellungen. Ebenso schwankt auch der wirkliche Keimverlust, den die letzte Columne vorführt, aus demselben Grunde.

Daß bei der schwächsten und stärksten Beize der Keimverlust am größten ist, beweist nur, daß der wirkliche Keimverlust größer ist, als aus obigen Ziffern ersichtlich, daß er durch die stattgefundene Assimilation erheblich vermindert sich darstellt, denn bei der schwächsten Beize war eine Pflanze verkrüppelt, hat also nichts

assimilirt oder doch sehr wenig, und bei der stärksten Beize waren einige Pflanzen sehr klein geblieben, hatten noch nicht das erste Blättchen entfaltet.

Daß $^1/_4$ der Trockensubstanz des Kornes innerhalb 7 Tage zur Leistung mechanischer Arbeit verbraucht wird, beweist den außerordentlich lebhaften Stoffwechsel der jungen Pflanzen.

VII. Versuch.

Vergleichung des Einflusses verschieden starker Lösungen bei 15stündiger Quelldauer.

Je 100 Körner wurden wie bei Versuch IV—VI eingequellt. Die Einkeimung geschah in dem Keimapparat. Keimdauer $5^1/_2$ Tage. Temperatur 15^0 R. im Keimapparat.

1. Wasserquellung.

Keimung sehr gut, doch haben 13 Körner schlecht gekeimt, deren Plumula und Radicula nur 1—3 Mm. lang. Diese Erscheinung habe ich in der Keimschale nie beobachtet bei den späteren Versuchen, es darf deßhalb daraus nicht auf eine schädliche Wirkung der längeren Wasserquellung geschlossen werden, sondern dieselbe liegt wahrscheinlich in anderen Umständen begründet. Bei den gut gekeimten ist die längste Plumula bis 45 Mm. lang, im Durchschnitt aber nur 25—30 Mm., das längste Würzelchen mißt 90 Mm., im Durchschnitt 30—60; Zahl der Würzelchen pro Keimling 3—6.

2. 0,1 % Kupfervitriol.

2 Körner haben nicht gekeimt, 25 haben schlecht gekeimt, Plumula und Radicula erst 1 Mm. lang. Bei den übrigen erreicht die längste Plumula eine Länge von 27 Mm., Durchschnitt 5—15, längstes Würzelchen 30 Mm., Durchschnitt 10—15, Anzahl der Würzelchen 3—5, doch haben hier, wie bei den beiden folgenden Quellungen, viele Keimlinge nur ein Würzelchen entwickelt, das selten länger als 12 Mm. ist.

3. 0,25 % Kupfervitriol.

3 Körner haben nicht gekeimt (Embryo noch gesund), 23 Körner keimten schlecht, deren Plumula 1—3 Mm. und das längste Würzelchen 5 Mm., meist aber nur 1 Mm. Auch die Keimung der übrigen ist schwach, längste Plumula 20 Mm., im Durchschnitt 5—15, längstes Würzelchen 35 Mm., meist nur 8—20 Mm.

0,5 % Kupfervitriol.

3 Körner nicht gekeimt, wovon bei 2 die Plumula unter der Testa sich hinauf geschoben hat, letztere ist jedoch noch vollständig geschlossen.

23 Körner haben sehr schlecht gekeimt. Auch die Keimung der übrigen schwach, längstes Würzelchen 30 Mm., Durchschnitt 15 Mm., viele nur 1 Würzelchen entwickelt, ausnahmsweise 6, längste Plumula 20, Durchschnitt 12 Mm.

Quellflüssigkeit.	Grünes Gewicht der Keimlinge.	Trocken-gewicht der Keimlinge.	Verlust an Trocken-substanz.	Keimverlust der im Wasser gequollenen = 100.
Wasser	—	4,357	6,1 %	100
0,1 % Kupfervitriol	—	4,505	2,91 „	47,7
0,25 „ „	—	4,479	3,46 „	56,7
0,5 „ „	—	4,492	3,19 „	52,2

Die längere Quelldauer hat die Keimfähigkeit der gebeizten Körner noch sehr wenig beeinträchtigt, um so stärker die Entwickelung, zwar nicht, wenn man die verschieden starken Beizen unter sich bei diesem Versuch vergleicht, wiewohl auch hier auffällt, daß die stärkere Kupferlösung dieselbe nicht erheblich mehr geschädigt hat als die schwächere, aber die Wirkung der längeren Quelldauer tritt erst recht hervor, wenn man die 15stündige Quelldauer mit der 1- und 5stündigen vergleicht. Wie aus den procentischen Keimverlusten hervorgeht, war die Keimung durch die stärkere Kupferlösung etwa um $^1/_4$, durch die schwächeren Lösungen etwa um das Doppelte stärker benachtheiligt, so daß bei 15stündiger Quelldauer 0,1-, 0,25- und 0,5procentige Kupferlösungen nahezu gleiche Wirkung ausüben.

Zu dem gleichen Versuch in Erde wurden wie bei den Versuchen IV—VI je 50 Körner zu 2,6 Gr. in 5 CC. der verschiedenen Flüssigkeiten eingequellt und nach 15stündiger Quellung in Erde gesät, wie bei IV beschrieben. Keimdauer $8^1/_2$ Tage (incl. der 15 Stunden Quelldauer, welche letztere stets in der Keimdauer mit inbegriffen ist).

Quellflüssigkeit.	Trockensubstanz der Körner und Wurzeln. Gr.	Trockensubstanz der Körner. Gr.	Trockensubstanz der Wurzeln. Gr.	Letztere pro 100 Pflanzen. Gr.	Wurzellänge pro 100 Pflanzen. Mm.	Trockensubstanz der Wurzeln zu der der Halme.
Wasser	0,965	0,528	0,437	0,874	568	1 : 1,5
0,1 % Kupfervitriol	0,996	0,473	0,523	1,046	680	1 : 1,3
0,25 " "	0,972	0,490	0,482	0,964	627	1 : 1,4
0,5 " "	1,055	0,538	0,517	1,034	672	1 : 1,2

Quellflüssigkeit.	Trockensubstanzverlust der Körner.	Davon im Halm. %.	Davon in der Wurzel. %.	Keimverlust (in % vom Gesammtverlust).	Trockengewicht der Pflanze und der Reste der Körner.
Wasser	77,2 %	39,0	24,4	36,6 %	1,664
0,1 % Kupfervitriol	79,6 "	37,5	28,3	34,2 "	1,688
0,25 " "	78,4 "	37,8	26,3	35,9 "	1,665
0,5 " "	76,8 "	35,9	29,0	35,1 "	1,685

Quellflüssigkeit.	Es keimten. %.	Die 3 längsten Pflanzen maßen. Mm.	Die 3 kürzesten Pflanzen maßen. Mm.	Grünes Gewicht. Gr.	Trockensubstanz. Gr.	Wassergehalt. %.	Trockensubstanz pr. 100 Pflanzen.
Wasser	100	185 185 184	120 125 95	7,955	0,699	91,21	1,398
0,1 Kupfervitriol	100	187 182 175	120 130 122	7,630	0,692	90,93	1,384
0,25 "	100	170 180 180	30 130 130	7,725	0,693	91,03	1,386
0,5 "	100	182 190 175	15 20 80	6,807	0,630	90,74	1,260

Dieser Versuch bestätigt die Ergebnisse des vorigen. Die längere Quelldauer hat durchaus nicht schädlicher gewirkt, auch hier zeigt es sich, daß zwar der Halm etwas zurückbleibt, dessen Entwickelung etwas ungleichmäßig ist, doch sind die Wurzeln eher besser entwickelt und die geringere Ausnützung des Kornes ist verursacht durch die etwas schwächere Vegetation der Halme. Nicht als ob etwa die Pflanzen schwächlich wären, es ist lediglich nur ein Zurückbleiben einzelner Pflanzen im ersten Keimungsstadium, sobald das Blättchen hervortritt, ist die Entwickelung so rasch wie bei den übrigen. Das Trockengewicht sämmtlicher Pflanzen incl. der rudera der Körner ist vollständig gleich zu nennen, sie alle sind um mehr als $^1/_3$ leichter, als die Trockensubstanz der ausgesäten Körner beträgt. Dieser Verlust betrug bei dem vorigen Versuch (7tägige Keimdauer) nicht ganz soviel, ein Beweis, daß noch am 7. Tage, während bereits das zweite Blatt sich entfaltet, die Pflanze eine Höhe von 0,180 Meter und eine Wurzellänge von ca. $^2/_3$ Meter besitzt, von derselben immer noch mehr ausgegeben als aufgenommen wird.

VIII. Versuch.

Vergleichung des Einflusses verschieden starker Lösungen bei 20stündiger Quelldauer.

Je 100 Körner zu 5,2 Gr. wurden wie bei den Versuchen IV—VII in 10 CC. der verschiedenen Flüssigkeiten eingequellt und nach 20 Stunden eingekeimt in mit Glastafeln belegten Schalen auf Filtrirpapier. Keimdauer $6^1/_2$ Tage.

1. Wasserquellung.

1 Korn nicht gekeimt (Embryo faul), Plumula 50—90 Mm. lang, Zahl der Wurzeln 5—6, längste Wurzel 95 Mm.

2. 0,1 % Kupfervitriol.

2 Körner haben Plumula und Radicula nur 1 Mm. lang entwickelt, bei den übrigen die Plumula 10—50, im Durchschnitt 40 Mm., Würzelchen ausnahmsweise 35 Mm., selten 20 Mm., meist viel kürzer.

3. 0,25 % Kupfervitriol.

10 Körner haben erst die Testa gesprengt, 18 Körner haben gar kein Würzelchen entwickelt, ihre Plumulae sind theilweise bis 30 Mm. lang. Auch die Würzelchen der übrigen sind meist verkümmert und nicht über 10 Mm. lang im Durchschnitt, nur in 3 Fällen 30 Mm., dagegen sind hier die Plumulae bis gegen 40 Mm. lang.

4. 0,5 % Kupfervitriol.

Bei 36 Körnern nur die Testa gesprengt, 29 Körner haben keine Würzelchen entwickelt, ihre Plumulae ebenfalls nur 5—12 Mm. lang. Bei mehreren Körnern ist die Blattscheide sehr kurz (2—4 Mm.), während das erste Blättchen schon hervortritt, bei anderen hat das Hälmchen die Blattscheide an der Basis losgetrennt und nur bei 2 Körnern sind die Plumulae 30 Mm. und die Radiculae 20 Mm. lang.

Quellflüssigkeit.	Grünes Gewicht der Keimlinge.	Trockengewicht der Keimlinge.	Verlust an Trockensubstanz.	Keimverlust der im Wasser gequollenen K. = 100.	Trockensubstanz der Körner nach der Keimung.
Wasser	21,073	3,978	14,2 %	100	2,635
0,1 % Kupfervitriol	12,628	4,215	9,1 „	64	3,669
0,25 „ „	10,160	4,373	5,7 „	40	4,021
0,5 „ „	9,060	4,475	3,5 „	24	4,357

Aus diesem Versuch geht sehr deutlich hervor, daß mit der Concentration der Kupferlösung deren nachtheiliger Einfluß gesteigert wird. Daß aber auch die schädliche Wirkung gesteigert wird durch die Dauer der Quellung, zeigt der Vergleich mit der 5stündigen Quelldauer (Versuch V). Trotzdem dort die Keimperiode nur 5 Tage betrug, hatten die Samen in dieser Zeit doch schon in Folge der besseren Keimung bei der stärksten Kupferlösung 4,6 % an Gewicht abgenommen, hier nach 6½ Tagen erst 3,5 %. Im übrigen haben sich die bei Versuch V in den Keimschalen beobachteten Erscheinungen hier wiederholt und gilt darüber das dort Gesagte. Die Erdcultur wurde wie bei Versuch IV—VII ausgeführt. Keimdauer 7 Tage.

Das Ergebniß war:

Quellflüssigkeit.	Es keimten. %	Die 3 längsten Pflanzen maßen. Mm.			Die 3 kürzesten Pflanzen maßen. Mm.			Grünes Gewicht. Gr.	Trockensubstanz. Gr.	Wassergehalt. %	Trockensubstanz pro 100 Pflanzen.
Wasser	100	135	140	140	97	85	100	5,710	0,522	90,86	1,044
0,1 % Kupfervitriol	100	136	140	136	70	80	85	5,608	0,503	91,03	1,006
0,25 " "	100	138	146	150	25	48	52	5,400	0,500	90,74	1,000
0,5 " "	100	135	142	150	15	15	10	4,486	0,410	90,86	0,820

Diese Culturen haben sich durchweg etwas schwächer entwickelt wie die von gleicher Keimdauer in Versuch IV, V und VI, die fast gleiche Mengen Trockensubstanz producirt haben, möglich, daß die längere Quelldauer gleichmäßig ungünstig gewirkt hat, wahrscheinlicher ist die ungünstige trübe Witterung hiervon die Ursache. Im Uebrigen ist das Resultat dasselbe wie bei den genannten Culturen. Die Wurzeln wurden wie früher behandelt.

Quellflüssigkeit.	Trockensubstanz der Körner und Wurzeln. Gr.	Trockensubstanz der Wurzeln. Gr.	Trockensubstanz der Körner. Gr.	Trockensubstanz der Wurzeln pro 100 Pflanzen. Gr.	Wurzellänge pro Pflanze. Mm.	Trockensubstanz der Wurzeln : d. d. Halme.
Wasser	1,301	0,651	0,650	1,302	846	1 : 0,80
0,1 % Kupfervitriol	1,263	0,608	0,655	1,216	790	1 : 0,82
0,25 „ „	1,347	0,612	0,735	1,224	795	1 : 0,81
0,5 „ „	1,510	0,558	0,952	1,116	725	1 : 0,74

Quellflüssigkeit.	Trockensubstanzverlust der Körner. %.	Davon im Halm. %.	Davon in der Wurzel. %.	Keimverlust (in % vom Gesammtverlust).
Wasser	72,0	31,2	39,0	29,8 %
0,1 % Kupfervitriol	71,7	30,2	36,5	33,3 „
0,25 „ „	68,3	31,5	38,6	29,9 „
0,5 „ „	59,0	30,0	40,7	29,3 „

IX. Versuch.

Vergleichung des Einflusses verschieden starker Kupferlösungen bei 24stündiger Quelldauer.

Es wurden wie bei Versuch IV—VIII je 100 Körner von 5,2 Gr. in 10 CC. der verschiedenen Flüssigkeiten eingequellt und nach 24 Stunden in den Keimapparat gebracht.

Die Keimdauer betrug 7 Tage, wegen der so äußerst langsam vorschreitenden Keimung der stark gebeizten Körner.

Quellflüssigkeit.	Längste Plumulae.	Längste Radiculae.	Schlecht gekeimt.	Im Ganzen gekeimt.
Wasser	30 35 41	50 55	6	100 %
0,1 % Kupfervitriol	42 45 46	60 65	9	100 „
0,25 „ „	30 32 45	40 55	14	97 „
0,5 „ „	10 12 20	14 15 18	38	84 „

Die schlecht gekeimten Körner hatten nur 1—2 Würzelchen bis höchstens 5 Mm. Länge entwickelt, während die übrigen Keimlinge 3—6 Würzelchen besaßen, überhaupt kehren dieselben Erscheinungen wieder wie sie bei Versuch IV beschrieben wurden.

Quellflüssigkeit.	Grünes Gewicht der Keimlinge. Gr.	Trocken-substanz der Keimlinge. Gr.	Verlust an Trocken-substanz. %.	Keimverlust der in Wasser gequollenen K. = 100.
Wasser	10,695	4,402	5,1	100
0,1 % Kupfervitriol	10,730	4,446	4,2	82
0,25 „ „	8,455	4,516	2,7	53
0,5 „ „	8,135	4,531	2,4	47

Die lange Quelldauer hat durchweg einen sehr nachtheiligen Einfluß ausgeübt, die Keimung blieb trotz der 7tägigen Keimdauer weit hinter der bei Versuch IV (1stündige Quelldauer mit 5tägiger Keimung) zurück, der Verlust an Trockensubstanz ist hier um die Hälfte geringer als dort bei der stärksten Kupferlösung.

Auch bei dieser Quelldauer steht die Abnahme an Trockensubstanz in einem gewissen Verhältniß zur Concentration der Beizflüssigkeit.

Der in gleicher Weise wie früher in Erde ausgeführte Versuch ergab folgendes:

Quellflüssigkeit.	Es keimten. %	Die 3 längsten Pflanzen maßen. Mm.			Die 3 kürzesten Pflanzen maßen. Mm.			Grüngewicht. Gr.	Trockengewicht. Gr.	Wassergehalt. %	Trockensubstanz pro 100 Pflanzen.
Wasser	100	150	152	155	115	120	125	6,405	0,578	90,97	1,156
0,1 % Kupfervitriol	100	134	141	157	50	100	102	6,005	0,558	90,70	1,116
0,25 " "	100	142	144	154	20	66	70	5,445	0,539	90,01	1,078
0,5 " "	98*)	141	150	151	20	20	32	5,490	0,513	90,65	1,047

*) Das eine von den 50 gesäten Körnern, das nicht gekeimt hatte, lag noch ganz gut erhalten im Boden, die Plumula war unter der Testa hinauf geschoben, die letztere noch vollständig geschlossen; ein anderes Korn hatte nur ein einziges 12 Mm. langes Würzelchen und eine 3 Mm. lange Plumula. —

Es steht also auch bei 24stündiger Quelldauer die Schädigung durch die Beize noch in einem gewissen Verhältniß zur Concentration der Kupferlösung.

Die Untersuchung der Wurzeln ergab folgendes:

Quellflüssigkeit.	Trockensubstanz der Körner und Wurzeln. Gr.	Trockensubstanz der Körner. Gr.	Trockensubstanz der Wurzeln. Gr.	Trockensubstanz der Wurzeln pro 100 Pflanzen. Gr.	Wurzellänge pro Pflanze. Mm.	Trockensubstanz der Wurzeln : d. d. Halme.
Wasser	1,180	0,747	0,433	0,866	564	1 : 1,33
0.1 % Kupfervitriol	1,257	0,825	0,432	0,864	562	1 : 1,29
0,25 „ „	1,322	0,902	0,420	0,840	546	1 : 1,28
0,5 „ „	1,388	1,024	0,364	0,743	483	1 : 1,49

Quellflüssigkeit.	Trockensubstanzverlust der Körner. %.	Davon im Halm. %.	Davon in der Wurzel. %.	Keimverlust (in % vom Gesammtverlust).
Wasser	67,8	36,7	26,9	36,4
0,1 % Kupfervitriol	64,4	38,0	28,9	33,1
0,25 „ „	60,9	38,0	29,6	32,4
0,5 „ „	55,9	39,5	28,0	32,5

Die 24stündige Beizung mit Kupfervitriol hat somit nicht nur die Halmbildung, sondern auch die Wurzelentwickelung und selbst die Keimfähigkeit benachtheiligt. Indeß scheint auch die Wasserquellung nachtheilig gewirkt zu haben, wir finden auch hier eine geringere Ausnützung der Trockensubstanz der Körner und geringere Wurzelentwickelung als bei den kürzeren Quellzeiten.

X. Versuch.

Da die Vermuthung nahe liegt, daß ein größerer Trockenheitsgrad des Bodens nachtheiliger sei für die gebeizten Körner als für die nicht gebeizten, daß vielleicht in einem solchen Boden analoge Erscheinungen wie in der Keimschale sich zeigen, so wurden je 2 mit derselben Erde wie bei den früheren Versuchen gefüllten und auch sonst gleich behandelten Töpfen 60 %, 50 %, 40 %, 30 % der wasserfassenden Kraft der Erde, die 44,2 % vom Gewicht der Erde betrug, oder so viel Wasser zugesetzt, daß ihr Feuchtigkeitsgehalt bezüglich 26,5 %, 22,1 %, 17,7 %, 13,25 % betrug. Quelldauer 16$\frac{3}{4}$ Stunden. Keimdauer 7$\frac{1}{2}$ Tage incl. Quelldauer. Täglich wurden die Töpfe auf die Waage gebracht und die Gewichtsabnahme durch Wasserzusatz ergänzt.

Das Ergebniß ist folgendes:

Quellflüssigkeit.	Feuchtigkeitsgehalt des Bodens.	Es keimten.	Grünes Gewicht der Halme.	Trockengewicht der Halme.	Wassergehalt der Halme.	Trockensubstanz pro 100 Pflanzen.
	%.	%.	%.	%.	%.	
Wasser	26,5	100	7,265	0,610	91,6	1,220
0,5 % Kupfervitriol	26,5	100*)	7,110	0,585	91,7	1,170
Wasser	22,1	100	6,045	0,547	90,9	1,194
0,5 % Kupfervitriol	22,1	100	6,376	0,557	91,1	1,114
Wasser	17,7	100	6,235	0,553	91,1	1,106
0,5 % Kupfervitriol	17,7	100**)	5,945	0,534	91,0	1,068
Wasser	13,25	100	5,600	0,528	90,5	1,056
0,5 % Kupfervitriol	13,25	100***)	5,865	0,538	90,8	1,076

*) Ein Keimling war eine Strecke horizontal unter dem Boden fortgewachsen und hatte die Oberfläche nicht erreicht.

**) Das Endosperm von einem Pflänzchen durch die Plumula losgetrennt.

***) Hier war bei einem Pflänzchen die Plumula unter der Testa hindurchgewachsen und am anderen Ende des Kornes heraus, das Endosperm ward vom Pflänzchen losgerissen und dieses blieb verkrüppelt.

Quellflüssigkeit.	Feuchtigkeitsgehalt des Bodens.	Trockensubstanz der Körner und Wurzeln.	Trockensubstanz der Wurzeln.	Trockensubstanz der Körner.	Trockensubstanz der Wurzeln pro 100 Pflanzen.	Wurzellänge pro Pflanze.
		Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Mm.
Wasser	26,5	1,139	0,556	0,583	1,112	723
0,5 % Kupfervitriol	26,5	1,143	0,587	0,556	1,174	763
Wasser	22,1	1,148	0,514	0,634	1,028	668
0,5 % Kupfervitriol	22,1	1,213	0,547	0,666	1,094	711
Wasser	17,7	1,162	0,562	0,600	1,124	730
0,5 % Kupfervitriol	17,7	1,161	0,563	0,598	1,126	732
Wasser	13,25	1,157	0,534	0,623	1,068	694
0,5 % Kupfervitriol	13,25	1,165	0,489	0,676	0,978	636

Aus diesem Versuche ergiebt sich nicht nur keine größere Benachtheiligung der gebeizten Körner gegenüber den ungebeizten durch größeren Trockenheitsgrad des Bodens, denn die gegen das Beizen sprechenden geringen Differenzen sind nicht größer als bei den früheren Versuchen bei gleichem Feuchtigkeitsgehalt der Erde, vielmehr verschwindet, wenn man die Mittel aus obigen Zahlen zieht, fast jeder Unterschied zwischen Wasserquellung und Beizen.

Es beträgt das Mittel aus je 4 Versuchen

	bei der Wasserquellung	bei der Quellung in Kupferlösung von 0,5 %
Trockensubst. der Halme:	0,560 Gr.	0,553 Gr.
Wurzellängen:	704 Mm.	710 Mm.

Jedoch darf ein Umstand hier nicht verschwiegen werden. Es wurde die berechnete Wassermenge durch Aufgießen zugesetzt. Es ist nun anzunehmen, daß bei den 4 letzten Töpfen die geringere Wassermenge vollständig vom obersten Theil der Erde zurückgehalten wurde, dieselbe also in der That feuchter blieb als bezweckt wurde, während die Erde unten ganz trocken blieb; so zeigte sie sich wenigstens beim Herausnehmen der Wurzeln. Steht nun auch, wie obige Zahlen zeigen, die Entwickelung des Halmes und der Wurzeln im Verhältniß zur Bodenfeuchtigkeit und sind insofern die Zahlen doch in mancher Hinsicht beweiskräftig, so verlief doch die Keimung unter günstigeren Feuchtigkeits-Bedingungen als beabsichtigt war. Es wurde deßhalb bei einem neuen Versuch, der nur Erde von 26,5 und 13,25 % Feuchtigkeit in Vergleich zog, letztere trockenere Erde außerhalb des Topfes nach Zusatz der nöthigen Wassermenge in einer großen Schale gut gemischt, nun, da die Erde feuchter war, 60 Gr. zum Bedecken der Samen reservirt, gesäet und das indessen verdunstete Wasser nach Maßgabe des Gewichtes ersetzt.

Weiter wurde noch bei

Versuch XI

die Frage in Betracht gezogen, um wie viel denn, ausgedrückt in Vegetationstagen, die Entwickelung der jungen Pflanze durch die Beizung der Körner verzögert werde und wurden zu dem Zwecke zwei weitere Töpfe mit 50 gebeizten und 50 nicht gebeizten Körnern besät und 2 Tage später geerntet, als 2 andere ebenso vorbereitete und besäte Töpfe. Ferner wurden unter gleichen Verhältnissen 50 Körner von 2,6 Gr. (wie die übrigen) und eingequellt in 5 CC. einer 0,75 % englische Schwefelsäure enthaltenden Lösung ausgesät.

Quelldauer für alle Körner $17\frac{1}{2}$ Stunden.

Das verdunstete Wasser ward bei allen Töpfen täglich nach Maßgabe des Gewichtes erneuert.

Quellflüssigkeit.	Es keimten. %.	Die 3 längsten Pflanzen maßen. Mm.			Die 3 kürzesten Pflanzen maßen. Mm.			Grünes Gewicht. Gr.	Trocken-gewicht. Gr.	Wasser-gehalt.	Boden-feuchtig-keit. %.
A. Keimdauer 7 Tage 16 St.											
Wasser	100	200	200	190	46	165	155	7,800	0,678	91,3	26,5
0,5 % Kupfervitriol	100	190	188	185	40	120	120	7,643	0,655	91,4	26,5
B. Keimdauer 9 Tage 16 St.											
Wasser	100		—			—		10,425	0,911	91,2	26,5
0,5 % Kupfervitriol	100	130	135	150	27	78	100	9,855	0,877	91,1	26,5
0,75 % Schwefelsäure	94	140	145	150	20	25	130	9,290	0,824	91,1	26,5
Wasser	98	130	135	132	30	30	45	7,695	0,661	91,4	13,25
0,5 % Kupfervitriol	100	130	132	129	15	35	100	7,835	0,690	91,1	13,25

Dieser Versuch zeigt, daß eine geringe längere Vegetationsdauer hinreicht, selbst um Maximalunterschiede wie z. B. den zwischen der Wasserquellung und der Quellung in 0,5 procentiger Kupferlösung bei 24 stündiger Quelldauer beobachteten von 0,209 Gr. Trockensubstanz pro 100 Pflanzen auszugleichen. Es sind im schlimmsten Falle die Pflanzen der gebeizten Körner nach 9 Tagen soweit wie die der nicht gebeizten nach 8 Tagen, wenn wir die 16 stündige Quelldauer mit der 0,5 procentigen Kupferlösung in's Auge fassen.

Der um die Hälfte geringere Feuchtigkeitsgrad des Bodens, obwohl sich dessen Einfluß in einer um 27 % (Wasserquellung verglichen) geringeren Produktion an Trockensubstanz kundgibt, hat durchaus nicht nachtheilig auf die gebeizten Körner gewirkt und werden hiedurch die Ergebnisse des vorigen Versuches bestätigt.

Die Beizung mit 0,75 procentiger englischer Schwefelsäure hat dagegen nachtheiliger gewirkt als die Kupferlösung, auch nicht unbeträchtlich die Keimfähigkeit vermindert.

Die nachtheilige Wirkung einer gleichconcentrirten Schwefelsäure (0,75 %) bei gleicher Quelldauer trat in noch viel stärkerem Maße in der Keimschale hervor. Es keimten in der Keimschale nach 6 Tagen auf Filtrirpapier von 100 Körnern zu 5,2 Gr.

Quellflüssigkeit.	Nicht gekeimt. %.	Schlecht gekeimt. %.	Längste Plumula. Mm.	Längste Radicula. Mm.	Keimverlust. %.
Wasser	—	—	120	90	15,5
0,75 % Schwefelsäure	69	3	50*)	30*)	0,7
0,37 " "	28	16	110	75**)	7,5
0,5 " Kupfervitriol***)	17	20 % ohne Radicula-Entwickelung.	85	15	8,8
0,5 " "	57	24 % " "	40	12	4,2

*) Die übrigen Plumulae und Radiculae sehr viel kürzer.

**) 2 Keimlinge hatten je 7, ein anderer 8 Wurzeln entwickelt, auch die übrigen zeigten gut entwickelte Nebenwurzeln 2ter Ordnung, was ich bis jetzt nie zu beobachten Gelegenheit hatte. Selbst die Wurzeln in der Erde hatten bei gleicher Keimdauer verhältnißmäßig schwächer entwickelte Wurzeln 2ter Ordnung, meist fehlten sie ganz.

***) Die Körner wurden nach dem Ausnehmen aus der Quellflüssigkeit mit Wasser abgewaschen bis mit Farrocyankalium kein Kupfer mehr im Waschwasser nachweisbar war.

Es ist hieraus einerseits eine sehr schädliche, anderseits bei verdünnterer Lösung eine sehr eigenthümliche Wirkung der Schwefelsäure auf die Wurzelentwickelung ersichtlich. Welche Rolle aber das Keimmedium bei solchen Versuchen spielt, beweist der Fall, daß von 100 in 10 CC. 0,75 procentiger Schwefelsäure gequollenen Körnern, bei denen die Filtrirpapierunterlage in der Keimschale hinwegblieb, nur 3 % überhaupt die Plumula in gleicher Zeit bis 12 Mm. Länge entwickelten, die übrigen aber nicht einmal die Testa sprengten, sondern stark schimmelten, was übrigens auch bei den übrigen mit verdünnter Schwefelsäure gebeizten Körnern stets bald eintrat, niemals bei den andern Keimungen.

Einen ganz entschieden günstigen Einfluß hat das Abwaschen der mit Kupferlösung gebeizten Körner gehabt. Es keimten 40 % mehr und die Keimung war um mehr als 50 % besser wie bei den nicht abgewaschenen gebeizten Körnern.

XII. Versuch.

Obgleich es Zweck sämmtlicher Versuchsreihen war, nur die Einwirkung der Quellung in verdünnter Kupfervitriollösung auf den Keimproceß zu verfolgen, so war es doch wünschenswerth, zu beobachten, wie sich das Resultat bei etwas längerer Vegetation gestaltet. Zu dem Zwecke wurden je 50 Körner von 2,6 Gr. in 5 CC. Wasser, 0,1 procentiger und 0,5 procentiger Kupferlösung jedoch nicht gleichzeitig für 3 verschiedene Quellzeiten: 1 St., 12 St. und 24 St., eingequellt, sondern in der Weise, daß alle 9 × 50 Körner zur gleichen Stunde in den Boden kommen konnten. Es wurde so vermieden, daß die nur 1 Stunde eingequellten Körner 24 Stunden früher in den Boden kamen, wie die letzten am längsten gequollenen, wodurch sie jedenfalls einen größeren Vorsprung vor diesen erlangt hätten, als letztere durch die längere Quelldauer.

Die übrigen Vegetationsbedingungen waren für alle Körner gleich, sie wurden sämmtlich in eine mit Gartenerde gefüllte Holzkiste, die im Vegetationshause aufgestellt wurde, eingesät und, nachdem die Erde im Anfang ebenfalls 60 % ihrer wasserfassenden Kraft an Feuchtigkeit erhalten hatte, später, sobald die Erde abzutrocknen begann, möglichst gleichmäßig mit der Spritzflasche begossen. Das Resultat war folgendes:

Vegetationsdauer 20 Tage.

Quellflüssigkeit.	Quelldauer. Stund.	Gekeimt. %	Grünes Gew. der Halme Gr.	Trockengew. der Halme Gr.	Grünes G. pro 100 Planzen. Gr.
Wasser	1	96	39,650	3,090	82,6
0,1 % Kupfervitriol	1	100	40,980	—	82,0
0,5 „ „	1	100	42,620	3,675	85,2
Wasser	12	90	36,920 *)	3,017	84,3
0,1 % Kupfervitriol	12	100	40,575	—	81,2
0,5 „ „	12	100	40,150	3,107	80,3
Wasser	24	100	41,175	—	82,3
0,1 % Kupfervitriol	24	100	42,290	3,480	84,5
0,5 „ „	24	96	40,420	3,265	84,2

*) Eine Pflanze abgebrochen kurz nach ihrem Aufgang.

Eine Benachtheiligung der Körner durch die Kupferlösung läßt sich aus diesem Versuchsergebniß ebenfalls nicht folgern.

XIII. Versuch.

Untersuchung über die Wasseraufnahme beim Quellproceß in destillirtem Wasser und in einer verdünnten Kupferlösung.

Temperatur der Quellflüssigkeiten: 16° R.

Zahl der Körner stets 100. Feuchtigkeitsgehalt: 10,8 %.

Quelldauer. Stunden	Gewicht der Körner. Gr.	Wasser aufgenommen Gr.	0,5 procentige Kupferlösung aufgenommen. Gr.	0,25 procentige Kupferlösung aufgenommen. Gr.	0,1 procentige Kupferlösung aufgenommen. Gr.
1	5,201	0,574	—	—	—
1	5,203	—	0,380	—	—
10	5,205	1,655	—	—	—
10	5,205	—	—	—	1,578
10	5,208	—	—	1,498	—
10	5,210	—	1,514	—	—
15	5,193	1,750	—	—	—
15	5,196	—	1,637	—	—
20	5,202	1,906	—	—	—
20	5,203	—	1,815	—	—
24	5,206	2,109	—	—	—
24	5,202	—	1,959	—	—

Man sieht hieraus, wie der Unterschied in den aufgenommenen Feuchtigkeitsmengen am größten ist

nach 1 stündiger Quelldauer, er beträgt: 0,194 Gr.
„ 10 „ „ beträgt er 0,141 „
„ 15 „ „ „ „ 0,113 „
„ 20 „ „ „ „ 0,091 „

Es wird durch diesen Versuch nichts anderes bewiesen, als was nach den Gesetzen der Diffusion im Voraus zu erwarten war. Das Quellungsvermögen der Körner im destillirten Wasser, welches ein kleineres osmotisches Aequivalent hat als die Kupferlösung, ist im Anfang viel größer als hier, nimmt dagegen im stärkeren Verhältniß ab, als es hier abnimmt, und so muß mit der Länge der Quelldauer die Differenz immer kleiner werden. — Wollte man nun das Zurückbleiben der gebeizten Körner gegenüber den in Wasser gequollenen daraus erklären, daß erstere in derselben Zeit weniger Wasser aufnehmen, so ist dem entgegen zu halten, daß die in Wasser gequollenen Körner beinahe am schönsten nach 1 stündiger Quelldauer keimen, die gebeizten Körner haben aber nach 15 stündiger Quelldauer fast 3 mal soviel Wasser aufgenommen als jene, die Verzögerung der Keimung dieser hat aber zugenommen.

Obige Resultate gestatten also keinen positiven Schluß bezüglich der Wirkungsursache der Kupferlösung.

Fassen wir nun kurz die gewonnenen Resultate zusammen, so können wir auf die Frage:

„Welchen Einfluß übt eine längere oder kürzere Quelldauer in einer verdünnten Kupferlösung auf den Keimproceß des Weizens?“

wie folgt, antworten:

Die Wirkungen von 0,1 procentigen, 0,25 procentigen und 0,5 procentigen Kupfervitriollösungen treten außerhalb der Erde, wo kein anderer Factor sie paralysirt, um so intensiver auf, je concentrirter die Lösung ist, aber schon bei der schwächsten Concentration zeigen sich bestimmte charakteristische Erscheinungen. Die Wirkungen dieser Lösungen sind unter obengenannten Umständen ferner um so intensiver, je länger die Quelldauer ist, schon nach der kürzesten, einstündigen, Quelldauer selbst in der schwächsten Lösung, zeigen sie sich.

Es wird nämlich außerhalb der Erde schon durch die kürzeste Quelldauer in schwächster Lösung die Keimfähigkeit sowohl wie die Entwickelung des Keimlings empfindlich benachtheiligt. Das spätere Aufspringen der Testa, welche die unter derselben sich empordrängende Plumula oft verhindert herauszutreten, läßt schließen entweder auf eine verminderte Quellungsfähigkeit des Embryo oder auf eine Veränderung der Testa, die dieselbe widerstandsfähiger macht. Hiefür spricht das eigenthümliche Verhalten der Blattscheide, die sich nicht selten ähnlich verhält, nämlich den Austritt des wachsenden Hälmchens verhindert, so daß dasselbe genöthigt ist, sie seitlich aufzusprengen und während seine Spitze noch in der Blattscheide steckt, im Bogen nach Außen zu wachsen, oder sie auch an den höheren Zellschichten der Basis loszureißen.

Beim Keimling selbst wird ferner die Ausbildung der Würzelchen ganz besonders beeinträchtigt, so daß sich oft gar keine Würzelchen entwickeln, obgleich nicht selten die Plumula eine bedeutende Länge erreicht. Es erklärt sich dies daraus, daß ja die Radicula ihrer Lage nach der Beize die größte Oberfläche darbietet. Auch die heraustretenden Würzelchen zeigen statt der sonst gelben Vegetationskegel braune und entwickeln sich höchst dürftig eine kurze Zeit.

Daß durch die Kupferlösung die Keimung des Weizens außerhalb der Erde so verzögert wird, ist für die Praxis eher günstig als nachtheilig zu nennen, für den Fall nämlich, daß wegen eintretender ungünstiger Witterung der gebeizte Weizen nicht baldigst gesät werden kann. Uebrigens wird Kühn's Beobachtung, daß durch ein schwaches Keimen des Weizens vor der Saat die spätere Entwickelung der Pflanze nicht erheblich beeinträchtigt wird, vielfach auch anderweitig bestätigt, so von Chartel (Landw. Centralblatt 1861), Heyden (Wochenblatt des baltischen Centralvereins),

Birnbaum und nach belgischen Berichten (Hofmann, Jahresbericht 1862/63). Schon Th. v. Saussure (Annales des sciences natur. Janvier 1827) fand, daß bereits in Keimung begriffene Samen, wenn der Keimproceß durch Austrocknen unterbrochen wird, nicht getödtet sind, daß Weizen, Roggen, Gerste, Mais u. s. w. nach der Keimung durch das stärkste Austrocknen bei 35 °C. nicht geschädigt wurden, ja daß Weizen und Roggen noch eine Temperatur von 70 °C. ertrugen. Da indeß solche in der Keimung unterbrochene Samen später viel langsamer wieder zu keimen beginnen, so erscheint es immerhin angerathen, durch möglichst rasches Abtrocknen der gequellten Samen, den Beginn der Keimung möglichst zu verhindern, was bei gebeiztem Weizen leichter möglich ist, als bei nicht gebeiztem eben wegen seiner an sich verspäteten Keimung außerhalb der Erde. Gelingt dieses, so wirkt die stattgefundene Quellung vielmehr günstig, denn Göppert fand, daß Samen, welche die zum Keimen nöthige Wassermenge aufgesogen hatten, nach dem Austrocknen und Wiedererweichen jetzt nicht nur schneller sich mit Wasser sättigten, sondern auch rascher keimten, welche Eigenthümlichkeit sie 4 Wochen lang beibehielten, darnach aber sich wie nicht gequellt verhielten. — In der Erde dagegen konnte eine Benachtheiligung der Keimfähigkeit selbst bei der stärksten, 0,5 procentigen Kupferlösung und bei der längsten, 24 stündigen Quelldauer bei dem verwendeten Weizen nicht wahrgenommen werden.

Keimten doch bei Fleischer noch sämmtliche Weizenkörner, trotzdem sie 48 Stunden in einer 12,5 procentigen Kupferlösung eingequellt worden waren!

Eine Schädigung des Keimlings kann für die Erde nicht in Abrede gestellt werden, sie tritt in der Mehrzahl der Versuche, jedoch nicht immer, bei längerer Quelldauer ein und steht dann in einem gewissen Verhältniß zur Concentration der Kupferlösung. Sie macht sich in der Regel bemerkbar nicht durch ein verspätetes Aufgehen der Mehrzahl der Körner, welches niemals beobachtet werden konnte, sondern durch ein Zurückbleiben einzelner Körner, so daß der Stand der Pflanzen kein so gleichmäßiger ist als bei der Wasserquellung. Der Unterschied ist größer bei 24 stündiger Quelldauer in 0,5 procentiger Lösung, als bei 15- und 17 stündiger, In jedem Falle aber ist er so gering, daß ein Vegetationsvorsprung von 1 bis höchstens 2 Tagen schon genügt ihn vollständig aufzuheben. Ein solcher Unterschied ist jedoch für die Praxis ohne Bedeutung, um so weniger als selbst ein höherer Trockenheitsgrad des Bodens diesen Unterschied um nichts zu erhöhen vermochte.

Fragen wir uns nun, wie es komme, daß der Einfluß des Kupfervitriol im Boden fast vollständig wieder aufgehoben werde, so müssen wir uns sagen: Ein einfacher Diffusionsproceß, ein einfacher Austausch des etwa in Lösung im Samenkorn vor-

handen gedachten schwefelsauren Kupferoxyd gegen Wasser kann es nicht sein, denn ein so gründliches Abwaschen, daß das Waschwasser keine Kupferreaktion mehr zeigte und die geringe in der Keimschale ständig vorhandene Wassermenge, die einen solchen weiteren Austausch noch begünstigt hätte, während der ganzen Keimperiode stets neutral, also nicht einmal so äußerst schwach sauer wie bei den in Wasser gequollenen Körnern reagirte, hat zwar einen günstigen Einfluß gehabt, es entwickelten sich einige schlechte Würzelchen mehr, es keimten auch einige Körner mehr, aber Wasser allein vermag die Wirkung nicht aufzuheben.

Ein stärkerer Entzug von Nährsalzen, wie es eine vergleichende qualitative Analyse genau auf gleicher Weise gewonnener Quellflüssigkeiten wiederholt wahrscheinlich machte, konnte die Ursache ebenfalls nicht sein, denn durch dieselbe Nährstofflösung,*) welche die Entwickelung der keimenden Weizenpflanze sonst begünstigt, wurde zwar auch die Entwickelung der gebeizten Körner etwas befördert, aber so wenig, daß diese Annahme nicht aufrecht erhalten werden kann.

Wusch ich dagegen die gebeizten Körner mit Kalkmilch ab, so keimten nicht nur 94 % und mehr, sondern die Entwickelung war auch sehr viel besser. Es kann also vor Allem dem länger als es bei dem minutenlangen Abwaschen der Fall war, zur Wirkung kommenden Kalkgehalt des Bodens zugeschrieben werden, daß der Einfluß der Kupferlösung auf den Samen im Boden paralysirt wird. Es hätte mithin der Landwirth, wenn es nöthig wäre, es in der Hand, den Einfluß des Kupfervitriols nach der Beize, also nach Tödtung der Brandsporen, selbst wieder größtentheils oder ganz aufzuheben durch längeres oder kürzeres Abwaschen mit Kalkwasser. Daß letzteres an sich günstig wirkt auf die Keimung, bestätigten meine angestellten Versuche ebenfalls. Dagegen muß hervorgehoben werden, daß die statt der 0,5 procentigen Kupferlösung vorgeschlagene 0,75 procentige Schwefelsäure-Lösung die Keimfähigkeit und Entwickelung des Weizens in und außer der Erde in höherem Grade schädigt als die Kupferlösung. Ferner schimmeln derlei behandelte Körner sehr leicht, was zwar die Keimfähigkeit an sich nicht beeinträchtigt, doch auch nicht günstig wirkt, und endlich trocknen derlei gebeizte Körner auch sehr viel schwerer,

*) Die Zusammensetzung der Nährstofflösung war folgende:

1 Aequ. Mg. OSO_3
2 „ K Cl
4 „ $_3CaO\ PO_5$
4 „ $KO\ NO_5$

verabreicht in 1 pro mille Lösung.

Außerdem wurden pro Liter zugesetzt:

$Fe_2\ O_3\ PO_5$ 0,033 Gr.
$KO\ PO_5$ 0,100 „

was für die Praxis nicht unwichtig ist. Dagegen hebt schon ein minutenlanges Abwaschen mit Kalkmilch die 17stündige Wirkung der Schwefelsäure vollständig wieder auf und entwickeln sich die Samen dann mindestens ebenso gut als die nicht gebeizten.

Hiermit kennen wir aber immer noch nicht die Ursache dieser Wirkung des Kupfervitriol. Es legt nun einerseits das Trommer'sche Reagens auf Zucker die Vermuthung nahe, daß, da ja Kali in ziemlicher Menge im Samen vorhanden ist, das Kupfer die ersten geringen Mengen des nothwendigen Zwischengliedes zwischen Stärke und Cellulosebildung, den Traubenzucker, der beim Beginn des Keimprocesses sich bildet, zerstört und so auf einige Zeit die Zellvermehrung hemmt. Doch sehr viel einfacher wird die Erscheinung durch die Entdeckung der Verbindungen der Proteïnstoffe mit Kupferoxyd durch Ritthausen (Journal für praktische Chemie N. F. 5) erklärt. Genau dieselbe dort von ihm beschriebene Verbindung erhielt ich, wenn ich dem Wasserextract des Weizens Kupferlösung zusetzte. Es entsteht ein flockiger, bläulich weißer, in Alkohol unlöslicher, in Wasser wenig löslicher, Niederschlag, der dagegen leicht löslich ist in Säuren und mit violetter Farbe in verdünnten Alkalien.

Ich unterlasse es, Hypothesen hierüber hier anzufügen, da weitere Untersuchungen vorzunehmen mir die Kürze der Zeit verbot.